R. EXD
1859

岡 山 大 學

農 學 部 學 術 報 告

第 2 号

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY

No. 2.

昭 和 2 8 年 3 月
MARCH 1953

岡 山 大 学 農 学 部 発 行
PUBLISHED BY THE FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY, OKAYAMA, JAPAN

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/scientific-reports-faculty-of-agriculture-okayama-uni_1953-03_28_2

目　次

米田茂男・川田登：干拓地土壌に関する研究

第1報　塩成干拓地土壌の生成過程に関する一考察……………………1

米田茂男・川田登：干拓地土壌に関する研究

第2報　塩成干拓地土壌の分類について……………………8

本多昇：栗園及び栗林土壌の酸度及び置換性石灰含量について……………19

太田勝一・小合龍夫・大森信章：作物の塩害に関する研究

第5報　小麦種子に於ける塩類と発芽生理との関係……………28

益田忠雄・小寺正史：メロンの栽培に関する研究

Ⅱ．果実の発育について……………………38

小泉憲治：Iris 類のモグリバエ2種について……………………44

（双翅目農園芸害虫の分類及び生活史の研究．第2報）

志茂山貞二・高宮実：保温紙及びビニール布の育苗効果に関する研究……………57

Ⅰ．保温紙の物理的性質に関する研究（第1報）

Ⅱ．保温紙の品質が苗の成育に及ぼす影響について（第2報）

畔柳鎮：木材並びに樹木の分光化学的研究

第3報　発光スペクトルによる木材並びに樹木中の化学元素の定性分析について……………………92

Contents

YONEDA, S. and N. KAWADA :
A Study on Polder Soils in Japan.
I. Notes on the Soil-Forming Process of the Halogenetic Polder Soils.............1

YONEDA, S. and N. KAWADA :
A Study on Polder Soils in Japan.
II. On the Classification of the Halogenetic Polder Soils............................8

HONDA, N. :
On the Soil Acidity and the Exchangeable-Calcium of the Chestnut Orchard and Chestnut Wood Soils...19

ŌTA, K., OGŌ, T. and N. ŌMORI :
Studies on the Salt Injury on the Crop Plants.
(5) The influences of NaCl solutions upon the germiation in wheat...............28

MASUDA, T. and M. KODERA :
Studies on cultivation of the Melon (*Cumis Melo* L.)
II. On the development of fruits...38

KOIZUMI, K. :
Notes on the two Iris-mining *Dizygomyza* from Japan, with description of a new species. (Diptera, Agromyzidae) 44
(Taxonomy and bionomics of Dipterous pests for farm and garden in Japan. II)

SHIMOYAMA, T. and M. TAKAMIYA :
On the nursery effect of oil-paper and vinyl-cloth covering on the paddy rice seedling...57
I. On some physical qualities of oil-paper and vinyl-cloth for nursery use.
II. The influence of quality of oil-paper and vinyl-cloth covering nursery bed on the growth of paddy rice seedling.

KUROYANAGI, S. :
Spectrochemical studies of woods and trees.
III. On the qualitative analysis of the chemical elements in woods and trees by the emission spectroscopy...92

干拓地土壌に関する研究

第1報　塩成干拓地土壌の生成過程に関する一考察

米田茂男・川田　登

A Study on Polder Soils in Japan

I. A note on the Soil-Forming Process of the Halogenetic Polder Soils.

Shigeo YONEDA and Noboru KAWADA.

緒　　言

本邦の海岸に沿つて分布する水田中には現に海水の影響を受け，土壌中に多量の水溶性塩類を含有し，之が水稲生育の制約因子として作用する場合もあれば，或は現在では土壌の含塩量は正常水田と殆んど大差ないが過去に於て海水の影響を蒙つた水田も少くない．その代表的のものが干潟地を利用した耕地や干拓地及び満潮時に河口よりの海水の逆流が行はれ，かかる海水を多量に混入した灌漑水を使用している水田にみられ，又最近では四国周辺及び瀬戸内海の沿岸其他の地区に於て地盤沈下又は海面の高潮の何れかによる塩害地の水田に之が認められる．

干拓地はその立地条件の差によつて（1）内陸の淡水湖の干拓地（2）海岸の淡水湖の干拓地（3）海岸の半鹹湖の干拓地（4）海岸の鹹湖の干拓地（5）海面干拓地等に区別[7]されるが，之を土壌生成論的にみると，上記海岸線に沿つて分布する干拓新田の如く，現在又は過去において海水の影響を蒙つた土壌と内陸の湖面干拓の如く，殆んど其の影響を蒙つていないものとに2大別することができる．

本邦の干拓新田の主要部分は前者の型に属し，土壌の生成過程中において海水に由来する水溶性塩類，主としてナトリウム塩とマグネシウム塩の影響の下に発達した特殊の土壌とみることができる．

土壌化学的には可溶性塩類の過剰か又は置換性 Na 及び Mg の異常量を含むか或はその両者を含む土壌及び之等塩基がHイオンで置換された不飽和度の高い，所謂退化型の土壌である．

Vilensky[6] は土壌の生成論的分類の基本型として土壌の生成に関与する諸因子中最も強く働いて土壌に特徴を附与するものに基づいて（1）熱成土壌（Thermogenetic）（2）植成土壌（Phytogenetic）（3）水成土壌（Hydrogenetic）（4）塩成土壌（Halogenetic）に4大別している．本分類において塩成土壌とは塩類土，アルカリ土等ナトリウム塩の存在の下で生成された土壌と規定されているが，かかる分類基準からすると海岸沿いの干拓地の多くは塩成土壌に類別することができる．

従つて，干拓後の年次の経過に伴う土壌成分の移動，溶脱及び集積の状況と之に伴う地力の変移，干拓土壌の分類，更には之が改良法を究明するに当つては土壌生成論的見地に基づく層位分化の観察及び各層位の化学的組成の変化の実態を鮮明することが基礎的課題である．

因つて筆者等は岡山縣下の瀬戸内海沿岸に分布する干拓地を対象として先づ干拓後の年次の経過に伴う土壌の含塩量の変化と之に伴う置換性塩基の形態変化を中心として，土壌の動的変化の推移を究明した．

尙本研究に於て対象とする塩成干拓地土壤には比較的最近に干拓された土壤に加えて可なりの年代を経過した所謂干拓新田をも含める．江戸時代には幕府も諸藩も財政を豊にするため全国的に新田開発が盛になつたが特に児島湾を中心とする大干拓事業は有明湾の大干拓と共に有名である．吉井，旭，高梁の3川は協同して児島湾頭に面積約225方粁の中国第一の岡山平野を展開しているが岡山平野の約半ばは古来児島湾沿岸を干拓して得た人工平野とみなされ，之に由来する耕地面積は約1万5千町歩内外に達している．更に現在でも児島湾第7区を始め高梁川干拓，福田干拓，笠岡干拓其他干拓施行中及び計画中のものを合すと岡山縣内のみでも数千町歩に達している．

供　試　土　壤

供試土壤としては岡山縣下瀬戸内海沿岸及び児島湾岸の干拓地及び干拓新田の表土16種を用いた．

試料番号	採取地点	説明
1701	児島干拓7区，岡大実験農場	昭和19年干拓竣工，昭和24年度より耕作す．畑地
1732	同　上	同　上
1702	同　上	同　上
2704	児島干拓7区，農協実験圃場	昭和19年干拓竣工，小麦作地，生育不良
1733	福田干拓東地区	干拓工事施行中，満潮時には海水を蒙る
1706	福田干拓西地区	干拓工事施行中，干陸後の未耕地
2718	上道郡津田村	堤塘より約30m内側で，潮廻しの隣接地，水稻跡，一毛作田，元祿年間に干拓す．干拓後約260年を経過する
2701	児島郡灘崎村	明治32年に干拓す，苗代田，二毛作田
2708	児島干拓6区，興陽高校圃場	明治14年干拓竣工，排水溝を設置せる果樹園
1720	岡山市三蟠地区	水稻跡麦作地，元祿年間に干拓す
1719	同　上	同　上，秋落田
2752	邑久郡幸島村	水稻跡休閑地，一毛作田，元祿年間に干拓す
2726	上道郡津田村	水稻跡麦作地，秋落田，元祿年間に干拓す
2759	浅口郡連島町	水稻跡休閑地，但し二毛作可，干拓後約170年を経過
2760	同　上	水稻跡休閑地，干拓後約100年を経過
2709	上道郡光政村	水稻跡休閑地，一毛作田，地盤沈下による塩害発生田，元祿年間に干拓す

実　験　の　部

反応及び可溶性塩類　　供試土壤の反応及び可溶性塩類を示せば第1表の通りである．

pH 価　　風乾土の pH 価は 3.8～7.4 の範囲にあり，概して干拓初期の土壤は中性に近い反応を示すが干拓年次の古い土壤中には pH 価5以下の可なり強酸性の土壤も少くない．

可溶性塩類　　土壤中の塩分は Cl として 0.005～0.922 %の，又全固形物量は 0.034～1.993 %の範囲にあり，試料によつて大差が認められる．若干の例外を除けば干拓初期の土壤の含塩量は多いが，年月の経過と共に減少する傾向が認められる．津田A試料及び光政試料は共に干拓後260年以上を経過しているに拘らず含塩量は可なり多いが，前者は潮廻しの隣接地であるため除塩の進行していないことに，又後者は地盤沈下によつて新しく塩害を生じつつある水田であることに基づく．尙両試料の試坑地の地下水位は，前者は 71cm，後者は 66cm，且つ地下水の塩分は

第1表　供試土壤の反応及び可溶性塩類

Table 1　pH and soluble salt content of soils

試料番号 Lab. No.	土壤 Soils	土層の深さ Depth in cm.	反応 pH (H_2O)	可溶性塩類 Soluble salt (%) 全固形物 Total solids	塩素 Cl	土性 Soil class
1701—1	7 区A	0—10	7.35	0.466	0.194	Clay
1732—1	7 区B	0—20	7.36	1.993	0.922	〃
1702—1	7 区C	0—10	7.27	0.686	0.243	〃
2704—1	7 区D	0—15	7.28	0.431	0.261	〃
1733—1	福田A	0—12	6.36	1.639	0.787	Loam
1706—1	福田B	0—15	6.46	1.517	0.700	〃
2718—1	津田A	0—19	3.75	0.880	0.092	Clay loam
2701—1	灘崎	0—15	6.56	0.094	0.035	Clay
2708—1	6 区	0—15	5.75	0.330	0.035	〃
1720—1	三蟠A	0—13	6.07	0.077	0.014	Sandy loam
1719—1	三蟠B	0—10	6.45	0.034	0.005	Sand
2752—1	幸島	0—8	4.97	0.052	0.028	Clay loam
2726—1	津田B	0—11	4.49	0.104	0.018	Sandy loam
2759—1	連島A	0—9	5.01	0.118	0.014	Loam
2760—1	連島B	0—16	5.28	0.040	0.014	Clay loam
2709—1	光政	0—8	4.37	0.488	0.230	Loam

Clとして前者は0.585%，後者は1.024%である.(昭和26年12月—27年2月の調査)

第1表の成績によれば，若干の例外を除き塩化物が可溶性塩類の大部分を構成していることが判る．津田A試料は例外で，SO_3として0.444%を含有し，硫酸塩が主体をなしている．尚本試坑地では表土中に赤褐色の斑鉄多く，特に7～19cmの層位に黒斑状の硫化物の集積するを認めた．以上の事実より本試料のpH価が3.75で特に低いのは硫化物の酸化生成物に起因すると考えられる．

置換性塩基

定量法　置換容量及び置換性塩基は中性醋酸アンモン法及びPURI(2)の炭酸アンモン法に準拠して定量した．

試料を0.5N炭酸アンモン溶液にて先づ浸出した後0.5N塩化カリ溶液にて浸出し，再び0.5N炭酸アンモン溶液にて浸出して得た濾液を蒸発乾涸し，残渣を熱水にて浸出し，之に標準酸液の少過剰を加え，然る後標準アルカリ液にて滴定するPURI法は，強酸性土壤の置換容量の定量法として好適することを認めた．

中性醋酸アンモン浸出液を用いてCaを常法により，又Na及びKを濾過棒法による微量定量法によつて分離定量した．

上記の第1回目の炭酸アンモン浸出液を蒸発乾涸せる後残渣をN炭酸アンモン溶液にて浸出して得た濾液を再び蒸発乾涸し，標準酸液の少過剰を加え，之を標準アルカリ液にて滴定して置換性Na+K+Mgを求めた．この価よりNa+Kを控除してMgを算出した．

分析成績を示せば第2表の通りである．

置換容量　　置換容量を土壤100g当りのmg当量にて示せば7.63～24.85の範囲にあり可なりの差異が認められる．第1表に示した土性と置換容量の値より判る如く，児島湾の内部に位置する干拓地は置換容量が何れも24mg当量内外の極めて重粘なる埴土より成るに対して旭川より吉井川の間に介在する旧干拓地及び児島半島の西部及び高梁川河口附近の干拓地の土壤は置換容量

第2表 置換性塩基の組成

Table 2 Exchangeable bases, relative proportion

試料番号 Lab. No.	土壌 Soils	土壌 100g 当りの mg 当量 (m. e. per 100g soil) 置換容量 Base exchange capacity	置換性陽イオン Exchangeable cation Ca	Mg	Na	K	H	置換容量に対するパーセント Equivalent per cent of the base exchange capacity Ca	Mg	Na	K	H
1701—1	7区A	24.25	8.08	11.25	3.87	0.28	0.77	33.32	46·39	15.96	1.15	3.18
1732—1	7区B	24.85	8.86	7.64	6.13	1.37	0.85	35.65	30.74	24.67	5.51	3.43
1702—1	7区C	23.56	6.07	8.67	5.35	2.52	0.95	25.76	36.80	22.71	10.70	4.03
2704—1	7区D	23.41	4.46	9.03	6.99	2.66	0.27	19.05	38.57	29.86	11.36	1.16
1733—1	福田A	15.02	3.97	4.01	4.65	1.39	1.00	26.43	26.70	30.96	9.25	6.66
1706—1	福田B	14.88	4.22	7.12	1.35	1.15	1.04	28.36	47.85	9.07	7.73	6.99
2718—1	津田A	15.05	1.77	1.13	0.09		12.06	11.76	7.51	0.60		80.13
2701—1	灘　崎	24.97	6.94	7.01	1.63	2.02	7.37	27.79	28.07	6.53	8.09	29.52
2708—1	6　区	23.55	7.44	4.43	1.98	1.30	8.40	31.59	18.81	8.41	5.52	35.67
1720—1	三蟠A	11.27	7.11	1.60	0.73	0.24	1.59	63.09	14.20	6.48	2.13	14.10
1719—1	三蟠B	7.63	3.97	1.30	0.14	0.09	2.13	57.03	17.04	1.83	1.18	27.92
2752—1	幸　島	16.34	7.19	0.79	0.43	0.40	7.53	44.00	4.83	2.63	2.45	46.09
2726—1	津田B	9.46	2.54	0.67	0.19		6.06	26.85	7.08	2.00		64.07
2759—1	連島A	10.89	5.33	1.14	0.23	0.16	4.03	48.94	10.47	2.11	1.47	37.01
2760—1	連島B	15.17	8.18	1.07	0.26	0.11	5.55	53.92	7.05	1.71	0.73	36.59
2709—1	光　政	12.33	4.71	2.28	0.41	0.25	4.68	38.20	18.49	3.33	2.03	37.95

が7～17mg当量で，砂土乃至埴壌土より成り，概して軽い土壌の分布するを知つた.

置換性陽イオン　置換性陽イオンの組成も区々であるが概して干拓初期の土壌の置換複合体は塩基で略々飽和され，置換性 Mg 及び Na の含有比率が正常土に比べて異常に高く，且つ置換性Hの夫が小であるに対して干拓年次の古い土壌の置換性塩基は正常土に近似した組成を示し，多くの土壌において置換性Hの含有比率が可なり増大している.

生成論的考察

本実験によれば塩成干拓地土壌の含塩量，pH 価及び置換性塩基の形態の間には一連の関連性が認められ，且つそれが主として干拓後の年月の経過に伴つて土壌の蒙る洗脱作用そのものに関連することが推察できる．因つて是等の点につき若干の考察を試みる．海岸沿いの干拓地土壌を塩成土壌とみなす場合には，同じく塩成土壌に属する所謂アルカリ土壌に関する既往の生成論的研究と比較検討することは意義が深い.

DE' SIGMOND[5]は土壌の動的変化なる観点よりアルカリ土壌の成因を，生成論的に次の4過程に分ち，各過程に特徴的な化学変化を基礎として以下に示す如く分類している.

(1) 塩類化作用 Salinization

可溶性塩類の集積する過程

(2) アルカリ化作用 Alkalization

塩類化作用が高度に進行した場合に Na イオンが置換複合体中の Ca イオンを置換する過程

(3) 脱塩化作用 Desalinization

可溶性塩類が洗脱される過程

（4） 退 化 作 用 Degradation

洗脱作用が高度に進行する場合，アルカリゼオライトと腐植複合体が加水分解し，置換性塩基がHイオンで置換される過程

アルカリ土壤の生成における第1過程はアルカリ塩類の集積，即ち塩類化作用によるソロンチャツクの生成で，かかる階程にある土壤を含塩土(Saline soil)と名付ける．第2過程は置換複合体のナトリウム化で，かかるアルカリ化作用を生じている土壤を含塩アルカリ土（Saline alkali soil）と名付けている．且つ DE' SIGMOND[3] 及び KELLEY と BROWN[1] はアルカリ化作用の始発点を置換性Ⅰ価カチオンの総塩基に対する当量パーセントが約12%の点を以て下限とみなしている．

第3過程は可溶性塩類が降水又は灌漑水によつて自然的又は人工的に洗脱される脱塩化作用でかかる階程にある土壤を溶脱アルカリ土（Desalinized alkali soil）と名付けている．脱塩化作用に続く第4過程を退化作用と呼び，かかる階程を経た最終生成物を退化アルカリ土（Degraded alkali soil）と命名している．VILENSKY は一度退化したアルカリ土壤に再び塩類の集積を来す作用を再生作用（Regradation）と呼び，DE' SIGMOND[4] は，かかる再生アルカリ土（Regraded alkali soil）は第一類中に包括せしめても亦第5類として附け加えても宜いとの見解を述べているが筆者等は塩成干拓地土壤の分類に於ては特に再生作用を重要視し，之を第5類として取扱うことにした．

第1表及び第2表の成績より明かな如く児島湾第7区及び福田地区の干拓初期の土壤は何れも含塩量は極めて多く且つ置換性 Na+K の当量パーセントは12%以上を示し明かに含塩アルカリ土型の土壤に属している．周知の如く干拓地土壤は，かつて海底に沈積せる土砂に由来ずるを以て，長年月に亘り海水の作用を蒙るためその間に海水中のナトリウム塩と塩基置換反応を生じ，ナトリウム粘土に転化せるものであることは明白である．従つて塩成干拓地土壤に関する限りは第1過程たる塩類化作用は既に海底に沈積せる期間中に経過し，之に続いてアルカリ化作用を蒙つた状態に於て干陸されるものと解釈することができる．而して海岸沿いの塩害水田の総べてが必ずしもそうではなく，例えば海水を多量に混入せる灌漑水を使用せるため塩害を生じているが如き土壤にあつては含塩土型の土壤も存在する．

尚上記試料の置換性塩基の一特徴として置換性 Mg が非常に多いが之亦海水中のマグネシウム塩の影響とみられ，之に関しては筆者の一人米田[8]は華北地区の，特に海岸地帯に分布する塩類土壤に於て同様の事実を認めた．HISSINK[8] は置換性 Mg が異常に多い場合は土壤の構造並びに植生に不適当なる事実を指摘しているが児島湾干拓地の土壤の物理的狀態の著るしく不良なること及び植生に不利なることの原因も一つには置換性 Mg の含有比率の大なることに起因する場合も想像され，今後の研究を要する問題である．

干拓初期の含塩アルカリ土型の土壤が干拓後雨水又は灌漑水によつて洗脱作用を蒙ると先づ表土の含塩量は稍々減少するが，その初期の段階に於ては灘崎試料（2701）及び6区試料（2708）の如く置換性 Na+K の含量は依然として12%以上を占めている溶脱アルカリ土型の土壤に転化する．而して脱塩化作用が更に進行すると終には土壤の含塩量は最早正常土と大差なく，置換性 Na+K の含量も12%以下に減じ，置換性 Mg の含有比率も正常土の夫に近似する一方，置換性Hの含有比率は次第に増大して退化アルカリ土型の土壤を結果する．三蟠2試料（1719，1720）はその転移過程にある土壤，幸島（2752），津田B（2726）及び連島2試料（2759，2760）は明かに

退化アルカリ土の組成的特徴を示している.

従つて退化作用の過程にある土壌にも洗脱作用の強弱の程度によつて土壌の化学的性質にも若干の差は生じるが，何れにせよかかる組成的特徴を示す土壌が地盤沈下，堤塘の破損又は海水の逆流や高潮等の原因によつて再び海水の侵入を蒙り，アルカリ塩類の集積を結果する場合が屢々生じる．例えば光政試料（2709）の如く土壌の反応，置換性塩基の形態及び塩基飽和度の点では退化型又はそれに準じた特徴を有する反面土壌中の含塩量は未だ脱塩化作用を蒙らない土壌と大差ない場合で之が即ち再生アルカリ土型の土壌である.

之を要するに塩成干拓地土壌は生成論的に考究する場合，所謂アルカリ土壌の生成過程と原則的には可なり近似した様相を呈することが判る．而して両種土壌を比較検討する場合，その相異なる点として次の2点を指摘することができる．その第一はアルカリ塩類の起源であり，その第二は生成過程中に蒙る気象的条件で，特に後者は之が生成及び改良と関連して重要な意義を持つている.

塩類土壌の生成に於ける第1過程はアルカリ塩類の集積である．塩成干拓地土壌に於てはアルカリ塩類の起源はすべて海水に帰することができる．之に反してアルカリ土壌に於てはその起源は多種多様で，単に流入水によつてもたらされる場合もあれば，又海水，岩塩鉱或は下層の含塩層に由来する場合もある．更に多くのアルカリ地帯にみられる如く乾燥性気候そのものがアルカリ塩類の集積の根本原因をなす場合には塩類の起源を明になし得ない場合も少くない．而して塩成土壌に於てはアルカリ塩類の源は何処にあるにせよアルカリ塩類の集積そのものが問題である点からみれば土壌生成論的には之が起源に関してはそれ程重要ではなく，むしろ生成過程中に蒙る気候的条件が問題の核心をなしている．即ちアルカリ土壌の多くが乾燥性気候の地帯に分布するに対して本邦の塩成干拓地土壌は湿潤性気候の下で発達する．従つて洗脱作用の進展と速度及びその様相は可なり趣を異にし，更に干拓新田に於ては多量の灌漑水の使用によつて洗脱作用は畑地の場合とでは著るしく相違する．以上の事実は更に之等土壌の改良を行う上にも至大の影響を及ぼすことは明白である.

摘　　要

本邦の海岸線に沿つて分布する干拓地土壌は海水に由来するアルカリ塩類及びマグネシウム塩類の影響の下に発達せる土壌であるとの見地から之を塩成土壌に類別することができる．かかる土壌の干拓後の年次の経過に伴う動的変化を究明する目的で，先づ之が生成論的研究を行い次の結果を得た.

1　干拓初期の土壌は含塩量多く，且つ置換性 Na 及び Mg の含有比率も極めて高く，含塩アルカリ土型の土壌である.

2　干拓後の雨水及び灌漑水の脱塩化作用によつて先づ表土の含塩量は稍々減少するが置換性 Na+K の当量比率が12%以上を占める溶脱アルカリ土型の土壌に転化する.

3　洗脱作用の高度の進行に伴つて表土中よりアルカリ塩類は略々洗除され，置換性 Na, K 及び Mg イオンの含有比率も略々正常土の夫に近似した組成を示すに至るが，他方置換性 H の含有比率は次第に増大して終には退化アルカリ土型の土壌を結果する.

4　退化作用の過程を経た土壌が地盤沈下，堤塘の破損其他の原因によつて再び海水の侵入を蒙る場合には玆に再生アルカリ土型の土壌を結果する.

本研究は農林省岡山農地事務局の地盤沈下調査及び岡山縣委託研究の一部である．
関係当局に謝意を表する次第である．

引　用　文　献

(1) KELLEY, W. P., and BROWN, S. M., (1924) : Univ. Calif. Publ. Tech. Paper 15.
(2) PURI, A. N., (1935) : Soil Sci., 40 : 159—163.
(3) DE' SIGMOND, A. A. J., (1927) : Proc. Ist Int. Cong. Soil Sci., 1.
(4) DE' SIGMOND, A. A. J., (1927) : Calif. Agr. Exp. Sta. Sp. Pub.
(5) DE' SIGMOND A. A. J., (1938) : The Principle of Soil Science. London.
(6) 川村 (1948) : 農林土壌学 東京
(7) 小林 (1952) : 農業技術 Vol. 7, No. 10—11.
(8) 米田 (1951) : 宇都宮大学農学部学術報告 Vol. 1, No. 2.

Résumé

There are a good many of rice-fields along the sea-coast in Japan where the sea water keeps the soils in a salty condition. Polder soils which occur on the seacoast have been developed under the influence of alkali salts and they are subjected to processes of salinization or solotization. We grouped these soils as halogenetic soils of VILENSKY. They vary from very sandy to heavy clayey soils. It is the purpose of this paper to study the soil-forming process of the halogenetic polder soils after being diked and freed from sea water. The results obtained may be summarized as follows :

1. The young polder soils contain a large amount of the soluble salts of sea water, and of the exchangeable bases, the MgO and the Na_2O are more prominent. These soils nearly correspond to the saline alkali soils of DE' SIGMOND.
2. When the greater part of the sodium salts have been washed out of the upper soils by the rain or the irrigation water, the salt contents of surface soil are decreased but the exchangeable mono-valent cations (Na and K) remain unchanged at the beginning. These soils nearly correspond to the desalinised alkali soils of DE' SIGMOND.
3. With a continued supply of percolating nonsaline water, the leaching process continues and the salts of upper 50 to 60 cm. of the soils are throughly washed out. Of exchangeable bases, Na_2O and MgO are replaced by hydrogen and V values (according to HISSINK) now decrease.

   This ultimate product of the solotization process is called degraded alkali soils by DE' SIGMOND.
4. When the older polder soils of degraded type are brought in a salty condition again both by seeping in the sea water from ocean and from tidal estuaries, salty soils are newly formed. These soils nearly correspond to the regraded alkgli soils of DE' SIGMOND

干拓地土壌に関する研究

第2報　塩成干拓地土壌の分類について

米　田　茂　男・川　田　　登

A Study on Polder Soils in Japan
II. On the Classification of the Halogenetic Polder Soils

Shigeo YONEDA and Noboru KAWADA

緒　　　言

塩成干拓地土壌の分類を行う場合，原則的には DE' SIGMOND の生成論的分類法を適用することが可能であることは第1報[3]に報じた通りである．而して本来アルカリ土壌は乾燥性気候の下に発達せる土壌であり，DE' SIGMOND の分類法もかかる生成条件を前提として体系づけられている点からして気象条件を異にした湿潤性気候の下で発達せる本邦の塩成干拓地土壌に対して，之をそのままの形で適用することについては検討の余地がある．且つ実際問題としても今少し土壌型を細別する必要あることを知つた．之に関して先に内山氏[2]は朝鮮の塩鹹水田土壌の一分類法提案し，各層位の含塩量と pH 価の変化及び土壌構造を基礎として塩鹹水田土壌を次の6種に分類している．

（1）天然型塩鹹水田土壌　（2）塩基性—天然型塩鹹水田土壌　（3）微酸性—塩基性柱状型塩鹹水田土壌　（4）酸性—弱塩基性柱状型塩鹹水田土壌　（5）退化型塩鹹水田土壌　（6）特殊酸性型塩鹹水田土壌

又THORP[1]は DE' SIGMONDの分類法を次の如く要約して表示している．

DE' SIGMOND の　分　類

含　塩　土	含塩アルカリ土	溶脱アルカリ土	退化アルカリ土
可溶性塩類の含量は正常土よりも多い		可溶性塩類含量は少ない	
置換性 K+Na の総塩基に対する当量パーセントは12%以下	置換性 K+Na の総塩基に対する当量パーセントは12%以上	K+Na の総塩基に対する当量パーセントは12%以上，不飽和度は15%以下，全固形物量の最低限界は 0.1%	不飽度は15%以上，含塩量は0.1%以下

筆者等も分類の基礎理念に関しては内山氏及び DE' SIGMOND の夫に準拠し，土層を構成する各層位の含塩量，反応，置換性塩基の形態及び塩基飽和度を基礎として単に水田のみならず干拓当初の未墾地，及び畑地土壌を包括した塩成干拓地土壌の全般に共通した一の分類基準を定め，之に基づいて広く調査を実施中である．以下その概要を報告する．

供　試　土　壌

供試土壌としては第1報に記載せる各試料を用いた．但し各土壌毎に地下水位附近迄試坑を掘り断面形態を調査する一方，各試坑毎に試料を採取し，併せて地下水位及び地下水の塩分量と組成を定量した．断面形態の概要を示せば次の通りである．

土壌の断面形態

試料番号	土壌	項目	土壌の断面形態（10 20 30 40 50 60 70 80 90 (cm)）				
1701	7区 A	土性と特徴	C	C, 灰褐斑	C, XX		
		色調	灰褐	青灰	青灰		
1732	7区 B	土性と特徴	C	C, XX			
		色調	灰褐	青灰			
1702	7区 C	土性と特徴	C	C, 灰褐斑	C, XX		
		色調	灰褐	青灰	青灰		
2704	7区 D	土性と特徴	C	C, 褐斑	C, XX		
		色調	褐	青灰	青灰		
1733	福田 A	土性と特徴	L	SL			
		色調	暗灰	暗灰			
1706	福田 B	土性と特徴	L, 褐斑	CL			
		色調	暗灰	暗灰			
2718	津田 A	土性と特徴	CL, X	CL, X, +	SL, XX	S, XX	
		色調	褐	黄褐	青灰	青灰	
2701	灘崎	土性と特徴	C	C, +	C, XX		
		色調	褐	黄褐	青灰		
2708	6区	土性と特徴	C	C	C, 青灰斑	C, XX	
		色調	灰褐	灰褐	灰褐	青灰	
1720	三蟠 A	土性と特徴	SL	S, +	S, +	S, XX	
		色調	淡褐	黄灰褐	黄灰	青灰	
1719	三蟠 B	土性と特徴	S	S, +	S, +	S, XX	
		色調	褐	黄褐	淡黄褐	青灰	
2752	幸島	土性と特徴	CL	C,XX	CL, +	C, XX	
		色調	淡灰褐	青灰	黄灰	青灰	
2726	津田 B	土性と特徴	SL	S, +	S, +	S, +	S, XX
		色調	褐	青灰	淡灰褐	黄褐	青灰
2759	連島 A	土性と特徴	L	L, +	CL, XX		
		色調	黄褐	黄灰褐	紫灰		
2760	連島 B	土性と特徴	CL, X	CL, X	CL, XX		
		色調	灰褐	黄褐	青灰		

2709 光 政	土性と特徴	L	CL	SL, X	SL,X	SL, XX
	色 調	灰褐	青灰	黄 褐	青灰	青 灰

S…砂土，SL…砂壌土，L…壌土，CL…埴壌土，C…埴土，X…斑鉄在り XX…グライ層
+…黒色の硫化物在り

實 験 の 部

反応及び加水酸度

供試土壌の反応及び加水酸度を示せば第1表の通りである．

第1表 供試土壌の化学的組成

Table 1 Chemical composition of soils

試料番号 Lab. No.	土壌 Soils	土層の深さ Depth in cm.	反応 pH (H_2O)	加水酸度 Hydrolytic acidity Y_1	可溶性塩類 Soluble salt (%) 全固形物 Total solids	塩素 Cl	石灰 10% HCl sol. CaO (%)
天然型塩成干拓地土壌 Younger halogenetic polder soils							
1701—1	7 区A	0—10	7.35	1.4	0.466	0.194	0.83
1701—2		10—30	7.32	1.0	1.140	0.529	0.84
1701—3		30～	7.54	0	1.701	0.900	0.93
1732—1	7 区B	0—20	7.36	1.4	1.993	0.922	1.00
1732—2		20～	7.71	0	1.338	0.582	0.45
1702—1	7 区C	0—10	7.27	1.7	0.686	0.243	0.68
2704—1	7 区D	0—15	7.28	2.1	0.431	0.261	0.37
2704—2		15—35	7.39	1.2	1.397	0.348	0.45
2704—3		35～	8.17	0	1.525	0.932	0.48
1733—1	福 田A	0—12	6.36	3.3	1.639	0.787	0.42
1733—2		12—26	6.76	1.4	1.412	0.663	0.54
1706—1	福 田B	0—15	6.46	2.4	1.517	0.700	0.69
1706—2		20～	6.16	4.1	12.641	5.856	0.67
酸性天然型塩成干拓地土壌 Younger acid halogenetic polder soils							
2718—1	津 田A	0—19	3.75	32.5	0.880	0.092	0.24
2718—2		19—48	6.20	4.3	0.368	0.189	0.22
2718—3		48～	6.17	2.4	0.353	0.196	0.25
微溶脱塩成干拓地土壌 Slightly leached halogenetic polder soils							
2701—1	灘 崎	0—15	6.56	10.7	0.094	0.035	0.45
2701—2		15—80	6.74	3.8	0.178	0.057	0.49
2701—3		80～	7.47	0	0.336	0.141	0.55
2708—1	6 区	0—15	5.75	11.7	0.330	0.035	0.42
2708—2		15—35	6.78	2.6	0.160	0.028	0.50
2708—3		35—58	6.91	1.7	0.192	0.109	0.41
2708—4		58～	8.07	0	1.348	0.572	0.49

	弱溶脱塩成干拓地土壌 Moderately leached halogenetic polder soils						
1720—1	三　蟠A	0—13	6.07	8.6	0.077	0.014	0.55
1720—2		13—36	7.07	1.4	0.057	0.009	0.46
1720—3		26—82	7.37	1.7	0.055	0.020	0.46
1720—4		82～	7.15	1.4	0.044	0.008	0.42
1719—1	三　蟠B	0—10	6.45	8.5	0.034	0.005	0.35
1719—2		10—20	6.74	4.7	0.114	0.006	0.28
1719—3		20—50	6.99	4.7	0.041	0.009	0.32
	強溶脱塩成干拓地土壌 Strongly leached halogenetic polder soils						
2752—1	幸　島	0—8	4.97	18.4	0.052	0.028	0.51
2752—2		30—40	5.34	15.2	0.178	0.060	0.33
2752—3		60～	6.57	1.9	0.136	0.042	0.35
2726—1	津　田B	0—11	4.49	19.7	0.104	0.018	0.44
2726—2		11—18	4.82	18.6	0.170	0.014	0.37
2726—3		18—36	5.65	6.1	0.130	0.021	0.30
2759—1	連　島A	0—9	5.01	17.6	0.118	0.014	0.35
2759—2		12—68	7.20	1.4	0.130	0.056	0.30
2759—3		68～	6.64	7.3	0.234	0.053	0.38
2760—1	連　島B	0—16	5.28	17.2	0.040	0.014	0.46
2760—2		16—74	6.50	4.2	0.082	0.021	0.38
2760—3		74～	6.70	3.1	0.104	0.049	0.40
	再生強溶脱塩成干拓地土壌 Regraded halogenetic polder soils, strongly leached.						
2709—1	光　政	0—8	4.37	14.3	0.488	0.230	0.42
2709—2		8—16	5.50	6.9	0.442	0.161	0.54
2709—4		45～	5.87	1.2	0.900	0.329	0.51

風乾土の pH 価は3.75～8.17の範囲を示し，又加水酸度は Y_1 として 0～32.5 の範囲を示す．而して土壌の pH と加水酸度との間には明かに負の相関々係が認められる．

可溶性塩類及び石灰

可溶性塩類及び10% HCl 可溶性石灰の含量を示せば第1表の通りである．

可溶性塩類は全固形物量として 0.034～12.641%の範囲にあり，又 Cl としては 0.005～5.856%の範囲にある．少数の例外を除き大部分の試料において可溶性塩類は主として塩化物より成ることが判る．尚福田試料の第2層（1706−2）の含塩量は異常に多く，塩類集積層をなしている．

之を各層位毎に比較するに下層に向つて含塩量の増大する場合と反対に減少する場合及び各層位間に大差を生じない場合とあり，一定の傾向を示さない．

10% HCl 可溶性石灰は0.22～1.00%の範囲を示し，何れも余り多くない．

置換容量及び置換性塩基

置換容量，置換性塩基及び塩基飽和度を示せば第2表の通りである．

埴土の置換容量は土壌 100g 当りの mg 当量にて22.72～27.50，埴壌土の夫は14.62～16.91，壌土の夫は 10.23～15.02，砂壌土の夫は 9.46～13.00，砂土の夫は3.54～7.63の範囲にあり，置

第2表 置換性塩基の組織

Table 2 Exchangeable bases, relative proportion

試料番号 Lab. No.	置換容量 Base exchange capacity	土壌100g当りのmg.当量 (m. e. per 100g soil) 置換性塩基 Exchangeable cation Ca	Mg	Na	K	H	置換容量に対する% Equivalent per cent of the base exchange capacity Ca	Mg	Na	K	H	塩基飽和度 V
天然灌漑式干拓地土壌 Younger halogenetic polder soils												
1701—1	24.25	8.08	11.25	3.87	0.28	0.77	33.32	46.39	15.96	1.15	3.18	96.82
1701—2	26.66	7.91	11.01	3.90	2.68	0.23	29.67	44.57	14.63	10.05	0.98	99.02
1701—3	27.50	7.27	11.41	7.21	1.55	0.06	26.44	41.49	26.22	5.64	0.21	99.79
1732—1	24.55	8.83	7.64	3.13	1.37	0.85	35.93	30.74	24.37	5.54	3.43	96.57
1732—2	27.18	7.69	10.45	3.10	2.84	0.04	28.29	38.45	22.36	10.45	0.15	99.85
1732—4	26.56	6.07	8.67	5.35	2.52	0.95	25.73	33.80	22.71	10.79	4.03	95.97
2704—1	23.41	4.46	9.03	6.99	2.66	0.27	19.05	38.57	29.86	11.36	1.16	98.84
2704—2	27.00	8.88	6.40	7.97	3.45	0.30	32.89	23.70	29.52	12.78	1.11	98.89
2704—3	26.10	8.68	7.55	8.29	1.52	0.06	33.26	28.93	31.76	5.82	0.23	99.77
1733—1	15.02	3.97	4.01	4.55	1.39	1.00	26.43	26.70	30.36	9.25	6.66	93.34
1733—2	13.00	3.16	5.01	3.77	0.76	0.30	24.31	38.54	29.00	5.85	2.30	97.70
1706—1	14.88	4.22	7.12	1.35	1.15	1.04	28.36	47.85	9.07	7.73	6.99	93.01
1706—2	16.25	9.92	1.76	1.06	1.00	2.51	61.05	10.83	6.52	6.15	15.45	84.55
酸性天然灌漑式干拓地土壌 Younger acid halogenetic polder soils												
2718—1	15.05	1.77	1.13	0.09		12.06	11.76	7.51	0.60		80.13	19.87
2718—2	9.93	3.06	3.95	0.62	0.54	1.76	30.82	39.78	6.24	5.44	17.72	82.28
2718—3	5.14	2.17	1.49	0.64	0.44	0.40	42.22	28.99	12.45	8.56	7.78	92.22
微溶脱塩式干拓地土壌 Slightly leached halogenetic polder soils												
2701—1	24.97	6.94	7.01	1.63	2.02	7.37	27.79	28.07	6.53	8.09	29.52	70.48
2701—2	25.78	10.16	9.52	1.66	1.01	3.43	39.41	36.93	6.44	3.92	13.30	86.70
2701—3	25.48	11.30	7.26	3.84	3.00	0.08	44.35	28.49	15.07	11.77	0.32	99.68
2708—1	23.55	7.44	4.43	1.98	1.30	8.40	31.59	18.81	8.41	5.52	35.67	64.33
2708—2	22.28	10.66	6.64	2.99	1.03	0.96	47.85	29.80	13.42	4.62	4.31	95.69
2708—3	23.14	7.44	10.32	3.50	1.07	0.81	32.15	44.60	15.13	4.62	3.50	96.50
2708—4	22.72	8.43	6.44	6.07	1.70	0.08	37.10	28.35	26.72	7.48	0.35	99.65
弱溶脱塩式干拓地土壌 Moderately leached halogetic polder soils												
1720—1	11.27	7.11	1.60	0.73	0.24	1.59	63.09	14.20	6.48	2.13	14.10	85.90
1720—2	6.31	4.65	0.76	0.40	0.32	0.18	73.69	12.04	6.34	5.07	2.86	97.14
1720—3	6.62	4.41	1.02	0.44	0.36	0.39	66.61	15.41	6.65	5.44	5.89	94.11
1720—4	5.88	3.14	1.08	0.73	0.49	0.44	53.40	18.37	12.41	8.33	7.49	92.51
1719—1	7.63	3.97	1.30	0.14	0.09	2.13	52.03	17.04	1.83	1.18	27.92	72.08
1719—2	5.87	3.97	0.72	0.14		1.04	67.63	12.27	2.38		17.72	82.28
1719—3	7.59	4.84	1.62	0.08	0.06	0.99	63.77	21.34	1.05	0.79	13.05	86.95

(In rows 2718—1 and 1719—2 the Na and K values are printed as one figure spanning both columns.)

強溶脱塩成干拓地土壌 Strongly leached halogenetic polder soils												
2752—1	16.34	7.19	0.79	0.43	0.40	7.53	44.00	4.83	2.63	2.45	46.09	53.91
2752—2	15.77	5.45	3.16	0.88	0.21	6.07	34.56	20.04	5.58	1.33	38.49	61.51
2752—3	14.62	4.46	8.15	0.98	0.21	0.82	30.51	55.75	6.70	1.44	5.60	94.40
2726—1	9.46	2.54	0.67	0.19		6.06	26.85	7.08	2.00		64.07	35.93
2726—2	6.88	2.42	0.64	0.10		3.72	35.17	9.31	1.45		54.07	45.93
2726—3	3.54	1.92	Tr	Tr	Tr	1.62	54.24	Tr	Tr	Tr	45.76	54.24
2759—1	10.89	5.33	1.14	0.23	0.16	4.03	48.94	10.47	2.11	1.47	37.01	62.99
2759—2	10.23	3.41	4.59	1.18	0.20	0.85	33.33	44.87	11.53	1.96	8.31	91.69
2759—3	14.34	4.06	4.38	2.54	0.92	2.41	28.52	30.54	17.71	6.42	16.81	83.19
2760—1	15.17	8.18	1.07	0.26	0.11	5.55	53.92	7.05	1.71	0.73	36.59	63.41
2760—2	14.72	8.06	3.06	1.04	0.30	2.26	54.76	20.79	7.07	2.04	15.34	84.66
2760—3	16.91	4.46	8.42	2.34	0.29	1.40	26.37	49.79	13.84	1.71	8.29	91.71
再生強溶脱塩成干拓地土壌 Regraded halogenetic polder soils, strongly leached.												
2709—1	12.33	4.71	2.28	0.41	0.25	4.68	38.20	18.49	3.33	2.03	37.95	62.05
2709—2	13.38	7.94	1.07	1.04	0.37	2.96	59.34	8.00	7.77	2.77	22.12	77.88
2709—4	11.32	8.50	1.13	0.74	0.17	0.78	75.09	9.98	6.54	1.50	6.89	93.11

換容量と土性との間には明かに関連性が認められる。

干拓初期の土壌は何れも置換性 K+Na が総塩基に対して12%以上を占め含塩アルカリ土型の土壌に属する。且つ置換性 Mg は多くの場合置換性 Ca を凌駕している。

干拓後の年次の経過した試料に於ては置換性 K+Na は12%以下に低下し，置換性 Ca が優位を占めているが下層土に於ては干拓初期の土壌と近似した組成を示す試料も少くない。

干拓初期の土壌の塩基飽和度は頗る高く，置換複合体は略々塩基にて飽和されていることを示している。然るに干拓年次の経過に伴い塩基飽和度は先づ表土から次第に低下し，順次之が下層土に向つて進展して行く。従つて各層位毎に比較すると塩基飽和度は概して表土から下層土に向つて増大する傾向を示している。且つ土壌の pH 価と加水酸度及び塩基飽和度の間には可なりの関連性が認められる。

地下水位及び塩分

各試坑地における地下水位と地下水の可溶性塩類を示せば第3表の通りである。

干拓初期の試坑地に於ては地下水位高く，且つ塩分濃度も高い値を示すが年次の経過と共に塩分濃

第3表　地下水位及び塩分

Table 3　Water table and the composition of ground water

試坑採水地点 Locality		地下水位 Water table (cm)	可溶性塩類 Soluble salt (%)			
試料番号 Lab. No.	土壌 Soils		全固形物 Total solids	塩素 Cl	塩化ナトリウム NaCl	硫酸 SO_3
2704	7区D	50	1.787	0.864	1.424	0.113
2718	津田A	71	1.205	0.585	0.965	—
2701	灘崎	70	0.328	0.126	0.208	0.038
2708	6区	57	1.006	0.487	0.803	0.083
1720	三蟠A	78	0.078	0.017	0.028	0.009
1719	三蟠B	52	—	0.025	0.041	—
2752	幸島	60	0.446	0.201	0.332	0.042
2726	津田B	45	0.056	0.010	0.017	0.026
2760	連島B	60	—	0.084	0.139	—
2709	光政	66	2.078	1.024	1.689	0.089

度は減少し，終には略々淡水に近い組成に迄変化している．他面光政試料（2709）の試坑地の如く地盤沈下により新に塩害を生じつつある地点の地下水は，干拓年次の古いにも拘らず多量の塩分を含有している．

干拓地の土壌型に關する考察

塩成干拓地土壌の化学的組成は本実験成績の示す如く多種多様で頗る変化に富むが之を生成論的に考究する場合，土壌の化学的組成は干拓後の年次の経過に伴つて可なり規則的に変化することが判る．従つて之に基づいて若干の土壌型に分類することができる．即ち干拓当初の土壌は殆んど洗脱作用を受けることとなく，共通的な自然の型を示している．然るに干陸後雨水及び灌漑水による洗脱作用を蒙るに従つて土壌中の塩分は洗流されるが，かかる脱塩化作用に基づく土層断面の各層位における含塩量の変化は直接塩基置換反応を結果し，置換性塩基の形態変化，特に塩基飽和度の変化として現はれる一方間接的には各層位の pH 価及び加水酸度の変化として現はれてくる．

筆者等はかかる生成過程に基づいて塩成干拓地土壌を（1）未溶脱群（2）溶脱群（3）再生群に3大別し，更に各群につき若干の土壌型に分類することにした．

未溶脱群土壌

（1）天然型塩成干拓地土壌

干拓当初の土壌又は干拓後可なりの年月を経過した土壌といえども堤塘の近く又は潮廻しに隣接した地区の土壌は濃厚な含塩地下水が比較的高位置に存在する爲土壌は殆んど洗脱作用を蒙つていない．かかる狀態に於ては土壌は表土より深層部迄一様に多量の塩分を含有している．且つ置換性塩基としては Na イオンと Mg イオンが異常に高率を占め，置換性 Na+K の当量パーセントは総塩基に対し12％以上を占め，又置換複合体は略々塩基で飽和されている結果塩基飽和度は95％以上を示し，従つて加水酸度は頗る低い値を示している．かかる階程にある土壌の反応は全層位を通じて略々中性に近い値を示している．且つ地下水位も概して高く，その含塩量も著しく多い．かかる土壌を天然型塩成干拓地土壌と名付ける．本型に属する土壌は主として干拓初期のもので7区 A, B, C, D の4試料と福田A及びBの2試料である．

（2）酸性天然型塩成干拓地土壌

未溶脱群に属する土壌の中堤塘の附近又は潮廻し隣接地区の所謂常習塩害田の中には表土が強酸性を示す土壌が局部的に或は帯狀に分布することを認めた．津田A試料はその例で風乾表土の pH 価は3 75を示し，他に徳島縣小松島市の塩害地の表土で pH 価 2.7 の土壌を認めた．其他岡山市三蟠，沖田地区では堤塘に沿つて表土の pH 価が 4.48～5.4 範囲の酸性土壌が帯狀に分布することを認めた．津田A試料は含塩量は多いが特に注目すべきは大部分の試料に於ては塩化物が主体を成すに対し本試料は硫酸塩を主体とする点で上記岡山市三蟠，沖田地区の土壌も何れもが可なりの硫酸塩を含有することを知つた．現地調査の結果によると何れも有機物含量多く，自然狀態で黒色を呈し，多量の硫化物の存在を示している．是等土壌が強酸性を呈するのは硫化物の酸化生成物に由来することは明白である．且つ加水酸度は可なり大で，塩基飽和度は特に低い値を示す．此種土壌を酸性天然型塩成干拓地土壌と名付ける．

一般的に云つて干拓地の下層土には若干の硫化物が存在するため土壌は暗色を呈し，原土の反応が可なりアルカリ性を呈する場合も風乾土の pH 価は可なり低下するのが常である．但しその程度は全般的にはそれ程著しくないが，局部的に上記の如き土壌が分布している．

溶脱群土壌

未溶脱群土壌が雨水及び灌漑水によつて脱塩化作用を受けると先づ表土の含塩量は低下し，下降した塩分は地下水位の附近で集積する．而して地下水の含塩量が多い場合には下層土は依然として多量の塩分を含有しているが年月の経過と共に地下水の含塩量が次第に減少するに伴つて土壌中からの塩分の下降，洗脱は次第に下層土に迄進展し，地下水が淡水に近づくにつれて全層位から塩分は洗脱されて終には正常土と大差ない状態に到達する．かかる土層よりの塩分の洗脱速度は降水量，灌漑水の供給量の外土壌の透水度，地下水位の高低，地下水の移動速度及び干拓後の年月に支配される．

脱塩化作用に伴う各層位の化学的組成の変化を基礎として之を3階程に分けることができる．

洗脱の第1期は表土の含塩量は稍々減少するが置換性塩基は依然として旧態に止る段階である．この時期を経過して表土の含塩量が一定限度以下に低下すると置換性 Na がHイオンで置換され不飽和コロイドを生ずる結果，表土の反応は微酸性を呈すに至る．他方置換浸出された Na イオンは $NaHCO_3$ 或は Na_2CO_3 となつて土壌水に伴つて下降する結果下層土の反応は，表土が酸性化に向うとは反対にアルカリ性に転ずるを原則とする．而して下層土の含塩量が一定限度以上を示し且つアルカリ性を呈する限りは置換性塩基は元の状態を持続する．之が洗脱の第2期である．

然るに洗脱作用が強度に進行して置換浸出された Na イオンの殆んど大部分が地下水を通じて流亡される時期に至ると土壌の酸性化は次第に下層土に迄進展し，終には全層位を通じてアルカリ性を呈する層位が消失する一方下層土の塩基飽和度も亦次第に低下し，所謂退化型の土壌に転化するに至る．之が洗脱の第3期である．

尚下層土の反応が一時アルカリ性を呈することは透水度を著るしく低下させる懸念があるが，実験によるとかかる下層土は何れも可なりの含塩量を示すを以て重粘なる埴質の下層土は別として一般的には極端なる透水度の低下は生じないと考えられる．

筆者等はかかる溶脱過程の時期により溶脱群土壌を次の3種の土壌型に細別する．

（3）微溶脱塩成干拓地土壌

洗脱作用の第1期の階程にある土壌で，灘崎試料及び6区試料が之に属する．

表土の塩分は Cl として 0.04～0.1％の範囲に迄減少するが下層土の夫は未溶脱群土壌に類する．表土の反応は pH 価6～7を，又下層土は pH 価7以上を示すを原則とする．表土の塩基飽和度は稍々低下するが，下層土は略々飽和の状態にある．置換性 Na+K の当量パーセントは12％以上を示し，DE' SIGMOND の溶脱アルカリ土型の土壌である．地下水の含塩量は未だ高い値を示している．

（4）弱溶脱塩成干拓地土壌

洗脱作用の第2期の階程にある土壌で三蟠A，Bの2試料が之に属する．表土の塩分は Cl として0.04％以下で，下層土は稍々多い場合をも含める．表土の pH は5～6を，又下層土の中には pH 価7以上の層位を伴うを原則とする．塩基飽和度の低下は軽度ではあるが下層土に迄及び，置換性 Na+K の当量パーセントは表層土に於ては12％以下に減少し，置換性 Ca が塩基の中では優位を占める．地下水の含塩量も可なり減少する．

（5）強溶脱塩成干拓地土壌

洗脱作用の第3期の階程にある土壌で，幸島，津田B及び連島 A，B の各試料が之に属する．

表土の塩分は Cl として0.04％以下，且つ下層土も亦略々之に近い値を示している．表土の反

応は pH 価 4.5～5.0 の範囲を，又下層土の各層位は何れもが pH 価 7 以下を示す．塩基飽和度の低下は下層土に迄及び，之に伴つて加水酸度は稍々増大する．略々 50cm 附近の層位迄は置換性 Na+K の当量パーセントは12%以下となり，置換性塩基の形態は本邦の正常土と大差を示さない．地下水は略々淡水に近似している．

尚干拓新田中には軽い砂質乃至砂壌土質の土壌が少くないが，その中には顕著に秋落田と化しているものも可なり多い．かかる秋落土壌は弱溶脱乃至強溶脱型に属し，三蟠B試料及び津田B試料がその例である．

再生群土壌

溶脱群土壌が洗脱過程の任意の時期に地盤沈下，堤塘の破損，漏水或は高潮其他の原因によつて海水の侵入を蒙り，再びアルカリ塩類の集積を結果する場合が少くない．即ち各層位の反応，置換性塩基の形態，塩基飽和度の点では溶脱群土壌の組成的特徴を呈する一方含塩量の点では未溶脱群土壌に類する土壌で，之を再生群土壌と名付ける．

再生群土壌を更に次の如く3型に細別する．

（6）再生微溶脱塩成干拓地土壌

（7）再生弱溶脱塩成干拓地土壌

（8）再生強溶脱塩成干拓地土壌

光政試料は之に属し，各層位の含塩量は Cl として0.230～0.329%の範囲にあつて可なり多いが反応は pH 価 4.37～5.87，塩基飽和度は 62.05～93.11 の範囲を示し，強溶脱型の特徴を示している．尚本試坑地の地下水の含塩量も Cl として 1 %以上に達している．

上記の分類基準に従つて干拓地土壌を各土壌型に類別する場合，厳密に云へば各層位の置換性塩基及び塩基飽和度を定量すべきであるが本操作は可なり煩雑であるため広範囲の地域に亘つて土壌調査を行う場合には個々の試料の全部につき之を定量することは可なり困難である．而して第1表の成績より明かな如く塩基飽和度の大小は加水酸度の値によつて略推知することができ，又置換性塩基の形態も土壌の反応及び加水酸度の値によつて間接的に察知する事ができる．因つて多数の土壌を対象とする場合には各層位の含塩量， pH 価及び加水酸度のみを定量することによつて土壌型を判別することが可能であり，筆者等も特殊の土壌は別として，現在後者の方法を採用している．

尚上記の分類法を適用する場合次の諸点を注意する必要がある．

（1） 干拓新田に於ては地盤沈下其他の原因により軽度ではあるが海水の影響を蒙る土壌が少くないので各層位の含塩量の点では分類基準に必ずしも一致しない試料が多い．

（2） 風乾土の反応は溶脱作用に基づく置換複合体の不飽和化の外に大なり小なり硫化物の酸化生成物の影響を受け，両作用の綜合結果として出現するので之亦分類基準とは必ずしも一致をみない例が少くない．

之を要するに土壌の生成過程中に行はれる動的変化なる観点からすると塩成干拓地土壌の特徴は，先づ生成の初期にはアルカリ性洗脱作用が行はれ，その期間を経過すると之に続いて酸性洗脱作用が行はれる点にある．更に干拓新田に於ては，その間に一般水田土壌に特有の作土層の還元化と還元性物質の移動溶脱，更には落水後の酸化作用が之と平行して惹起する．従つて土層の分化，土層断面形態の発達，土壌コロイドの質的変化及び土壌成分の移動，溶脱，集積と之に伴う地力の変化等の諸現象は上記の諸作用の綜合結果として発現される結果頗る複雑なる様相を呈するものと考えられる．

摘　　要

干拓後の年次の経過に伴う各層位の含塩量，反応，置換性塩基及び塩基飽和度の変化を基礎として干拓初期の未墾地を始め干拓後の年次の古い畑地，水田の各土壌に共通した一の分類基準を定めた．尚分類の基礎理念に関しては DE' SIGMOND 及び内山氏の夫に準拠した．塩成干拓地土壌を未溶脱群，溶脱群及び再生群の3種に大別し，更に之を次に示す如く8種の土壌型に細別した．

未溶脱群土壌

（1）天然型塩成干拓地土壌

Cl：全層位0.1％以上，pH：全層位6.5～7.5．

塩基飽和度は95％以上，置換性 Na+K の当量パーセントは12％以上，置換性 Mg の含有比率は著るしく大である．

（2）酸性天然型塩成干拓地土壌

Cl：全層位0.1％以上，pH：5以下の層位を伴う．

塩基飽和度は著るしく小，硫化物集積す．

溶脱群土壌

（3）微溶脱塩成干拓地土壌

Cl：表土0 1～0.04％，pH：表土6～7，下層土7以上．置換性 Na+K の当量パーセントは12％以上，塩基飽和度は表土は稍々低下するが下層土は大，下層土の含塩量は多い．

（4）弱溶脱塩成干拓地土壌

Cl：表土0 04％以下，pH：表土5～6，下層土7以上．表土の置換性 Na+K の当量パーセントは12％以下，下層土の夫は12％以上，表土の塩基飽和度は可なり低下する，下層土の含塩量は稍々多い．

（5）強溶脱塩成干拓地土壌

Cl：全層位0.04％以下，pH：表土4.5～5，下層土7以下．

塩基飽和度は著るしく小，置換性塩基の形態は正常土に類する．

再 生 群 土 壌

土壌の含塩量は多く，未溶脱群に類するが反応，置換性塩基及び塩基飽和度は溶脱群の組成特徴を呈する土壌．

（6）再生微溶脱塩成干拓地土壌

Cl：全層位0.1％以上，pH：表土6～7，下層土7以上．

（7）再生弱溶脱塩成干拓地土壌

Cl：全層位0.1％以上，pH：表土5～6，下層土7以上．

（8）再生強溶脱塩成干拓地土壌

Cl：全層位0.1％以上，pH：表土4.5～5，下層土7以下．

本研究は農林省岡山農地事務局の地盤沈下調査及び岡山縣委託研究の一部である．

関係当局に謝意を表する次第である．

引　用　文　献

（1） THORP, J., and HSEUNG, Y. (1936)：Soil Bulletin (China), 15：5—20.

（2） 内山 (1949)：水田土壌形態論 東京

（3） 米田・川田 (1953)：岡山大学農学部学術報告 No. 2；1—7.

Résumé

Halogentic polder soils show considerable variation in the salt content, reaction, exchangeable base and V value (according to Hissink) of their horizons of the profile. We recognize that the variations in the characteristics of these soils, noted in the field or discovered in the laboratory, have their explanation in difference in the length of time which has elapsed since these soils being diked and freed from sea water; in the leaching process operating in their formation. Following is a list and its explanation of the groups of halogenetic polder soils in Japan.

1 Non-leached soils

(1) Younger halogenetic polder soils.

Soluble chloride content of the soils is 0.1 per cent or more (as Cl). The reaction of the soils lies within the range pH 6.5 to 7.5. The mono-valent cations (Na and K) together constitute over 12 per cent of the exchangeable cations. Exchangeable magnesium is present in relatively large amounts and sometimes Mg ion constitutes the most dominant ions of the adsorbed cations.

(2) Younger acid halogenetic polder soils.

Soluble chloride content of the soils is 0.1 per cent or more. The reaction of the surface soils is below pH 5. The V values are very low. Paddy soils of this group are characterized by its dark color, due to the presence of ferrosulfide.

2 Leached soils

(3) Slightly leached halogenetic polder soils.

Soluble choride content of the surface soils is moderate, ranging from 0.04 to 0.1 per cent but that of subsoils is 0.1 per cent or more. The pH values, with the surface soils, are 6—7, with the subsoils 7 or more. The exchangeable mono-valent cations (Na and K) together constitute over 12 per cent of the exchangeable cations.

(4) Moderately leached halogenetic polder soils.

Soluble chloride content of the soils is below 0.04 per cent. The pH values, with the surface soils, are 5—6, with the subsoils 7 or more.

The milliequivalent percentage of the exchangeable mono-valent cations, with the surface soils, is below 12 per cent, with the subsoils, over 12 per cent.

(5) Strongly leached halogenetic polder soils.

Soluble chloride content of the soils is below 0.04 per cent. The pH values, with the surface soils, are 4.5—5, with the subsoils, below 7. The V values are markedly low. The relative proportion of the exchangeable bases seems to be nearly the same as that of the normal acid soils.

3 Regraded soils

(6) Regraded halogenetic polder soils, slightly leached.

Soluble chloride content of the soils is 0.1 per cent or more. The pH values, with the surface soils, are 6—7, with the subsoils, 7 or more.

(7) Regraded halogenetic polder soils, moderately leached.

Soluble chloride content of the soils is 0.1 per cent or more. The pH values, with the surface soils, are 5—6, with the subsoils 7 or more.

(8) Regraded halogenetic polder soils, strongly leached.

Soluble chloride content of the soils is 0.1 per cent or more. The pH values, with the surface soils, are 4.5—5, with the subsoils, below 7.

栗園及び栗林土壌の酸度及び置換性石灰含量について※

本　多　昇

On thd Soil Acidity and the Exchangeable-Calcium of the Chestnut Orchard and Chestnut Wood Soils.

Noboru HONDA

栗は石灰嫌忌植物の一に数へられて居り,[17] その栽培に当つては石灰施用量に注意すべき事が説かれている[8][21]. 然し De Silva氏 (1934) に依れば石灰嫌忌植物は石灰を嫌忌するといふよりも寧ろ土壌 pH に対して敏感である. 筆者等は水耕栽培に於て栗が相当量の石灰に耐へること[3], 及び, 土壌栽培に於て石灰過施の悪影響は土壌 pH 乃至他の養分の吸收阻害による事を実証した.[4][7]

川島氏等は栗が本質的に石灰嫌忌植物に属するものであるか, それとも酸性を呈し且つ石灰飽和度の甚だ低い土壌にも耐へ得る植物であるかを決定することは栗栽培に対する適地の選択上重要であるとの見解の下に熊本. 宮崎及長野縣下にて栗園3ヶ所の土壌5点及栗林土壌9点に就て調査して, 本邦の栗樹は石灰嫌忌植物に属することを認めた[9][11]. 然るに同氏等の調査地点に就ては栗の生育良好地或は不良地である事を判定する資料に乏しい.

筆者等は土壌形態と栗の根群の発達との関係その他により合理的に栗の生育良好地及不良地を判定し得た[2][5][6]. 而てそれ等の地点即ち岡山縣下17地点及他の4府縣下の9地点の栗園及栗林の土壌に就て酸度及置換性石灰含量を測定してかなり広範囲における実態を明らかにしたので茲に報告する次第である.

本研究を行ふに当り香川縣立農科大学々長黑上博士, 京都大学教授小林博士及岡山大学教授米田博士の御指導を得た事を感謝する. 猶岡崎光良君の労を多とする. 本研究は栗増植に関する岡山縣産業経済費に依る事を附記して謝意を表す.

I 調　査　方　法

本調査にては前報[2]の如く先づ調査地の地質及母岩の種類と地形とに由来する土壌形態を調査する. 猶土層の排水通気の性能を現地にて動的に比較判定する為に透水管による透水速度を調査する. これによつて不透水土層又は透水過度の土層の存在を確認し得る. 次に栗の樹幹の中心から一米離れて試坑を掘り, 根群の垂直的発達の様相或は筆者の謂ふ根群型又は根幹型等を調査する[5]. 猶栗林にては樹令と樹高, 新梢の伸長度, 梢頭の枯れ込み, その他によつて生育良好地又は不良地と査定する. 栗園にては従来の経營の成績により栗の適地又は不適地を確認する事が出来る.

土壌の有機物の含量は主としてクロム硫酸法を, 又クロボクに就ては Robinson 法を用ひた[16]. 加水酸度は醋酸石灰法を用ひた[16]. 置換性石灰は主として1N醋酸アンモンを用ひる Schollenberger 氏法を農林省農業技術研究所で改良した法[18]を, 又石灰岩地帯の土壌に就ては Hissink 氏法を用ひた. 而て置換性石灰に関する計算は風乾細土100瓦当りとした. pH (H_2O) は風乾細土の水懸濁液をアンチモン電極を用ひて測定した.

※ 本研究の要旨は昭和27年11月靜岡市にて開催の園芸学会秋期大会にて発表.

II 調　査　成　績

A. 生育良好地及生育不良地に就て

第1表の用郷押出地とは前報(2)記載の如く岡山縣阿哲郡菅生村用郷にある押出地である．即ち標高 1152.8 米の雌山から2粁連なる谿谷の出口（標高700米）の 5° の緩傾斜の開豁な地帯である．此処は東京以西の国有林中稀に見る栗の良材の産地であると謂はれる．用郷の地質は古生層に属し且つ北の方30粁にある伯耆大山の火山灰（厚さ40糎）を被つている．

第2表の用郷山頂部は上記広場の東南100米で約50米の高所にあつて．その上方200米から続く尾根筋の下端の背陵部で北西向き 43° 急斜面の頂部に当る．此処ではクロボクは土壌侵蝕の爲全部流出して居り，又A層は厚さ10糎にすぎず，且つ深さ56糎にて岩盤に達する．尾根筋下部は押出地の北方100米の地点にて傾斜15°で残積土上にクロボクを被つてゐる．

次に第1表岡本氏A点は岡山縣川上郡富家村大字布瀬の岡本隆一氏の栗園中谷筋の崖錐地形の

第1表　生育良好地の土壌酸度及置換性石灰含量

土壌番号	地名	層位•深さ	水分 %	有機物 %	pH (H_2O)	大工原酸度 $^3y_1$	加水酸度 y_1	置換酸度 (m.e.)	置換性石灰 (m.e.)	置換性石灰 %	石灰飽和度 %
1※	用郷押出地	A_1 10—20	6.99	10.40	5.2	35.6	53.0	29.82	0.96	0.019	3.2
2※		A_2 45—55	6.99	0.50	4.8	36.1	26.8	20.97	1.01	0.020	4.8
3	岡本氏A点	A_1 25—35	1.31	4.73	5.5	26.3	27.1	31.91	3.14	0.063	9.8
4		A_2 65—75	1.56	4.98	5.4	12.5	29.0	16.06	5.54	0.111	34.4
5	小ノ谷	B_1 40—50	2.89	0.92	4.6	25.8	14.4	9.82	3.06	0.061	31.6
6	下窪谷	B 30—40	3.42	0.13	4.0	93.4	29.4	13.61	1.35	0.027	9.9
7	奥ノ谷	A 30—40	4.39	1.81	4.9	20.1	20.8	16.77	8.35	0.167	49.7
8		B 85—95	4.43	0.88	5.1	3.0	10.7	18.02	11.31	0.227	62.8
9※	萩原	A_1 25—35	8.68	15.14	4.8	10.4	48.6	56.75	0.77	0.016	1.4
10※		A_2 75—85	5.51	4.45	4.5	8.0	25.1	21.72	0.38	0.008	1.8
11※	ノタ谷	A_1 25—35	9.81	16.29	4.9	15.9	57.3	39.03	0.63	0.013	1.6
12※		A_2 55—65	8.08	9.34	4.8	7.2	35.3	26.04	0.62	0.012	2.4
13※	大森	A_1 25—35	14.02	22.73	4.4	38.2	97.5	56.77	0.79	0.016	1.4
14※		A_2 65—75	11.91	4.89	4.2	8.1	39.1	29.53	1.00	0.020	3.4
15※	蜂ヶ巣山	A_1 25—35	12.23	12.50	4.4	29.6	76.6	41.68	1.09	0.022	2.6
16※		A_2 55—65	12.63	10.01	4.1	33.9	94.8	45.03	0.56	0.011	1.2
17	水戸平	A 5—15	3.48	0.73	4.5	79.0	31.1	7.58	0.11	0.002	5.1
18		B_1 65—75	4.43	0.77	5.1	9.8	19.4	9.08	1.16	0.023	12.8
19※	倉垣高校東	A_1 20—30	5.45	9.73	4.4	36.3	49.5	22.27	0.49	0.010	2.2
20※		A_2 45—55	9.79	16.56	4.3	87.7	100.2	8.83	0.57	0.011	5.6
21	川平	A_1 5—15	3.32	1.97	5.0	11.2	28.4	13.79	4.91	0.098	38.8
22		A_2 95—105	3.18	0.88	5.1	9.5	16.4	11.86	4.25	0.085	35.8
総平均			—	—	4.6	29.4	42.30	—	—	0.047	14.7
クロボク地平均			—	10.94	4.6	29.8	58.65	33.20	0.74	0.016	2.6
非クロボク地平均			—	1.78	4.6	29.0	22.67	14.85	4.32	0.085	29.0

備考　※ 印はクロボク地

処であつて，古生層砂岩に由来する崩積土層が7米以上軟かく堆積してゐる．此処では接木後20年の栗が盛果期にあるが約50米離れたC点では15年生の頃から樹が枯死するものが多い．即ちC点では土層が浅く且つ B_2 層（63～270糎）は透水性が過大であるから根群の発達が浅いものとなり，乾燥地の原因をなしてゐる．

第2表　生育不良地の土壌酸度及置換性石灰含量

土壌番号	地名	層位•深さ	水分 %	有機物 %	pH (H_2O)	大工原酸度 $3y_1$	加水酸度 y_1	置換容量 (m. e.)	置換性石灰 (m.e.)	置換性石灰 %	石灰飽和度 %
1	用鄉山頂部	A 2—10	3.45	5.34	4.5	102.4	44.0	20.06	1.48	0.030	7.4
2		B 30—40	3.54	2.95	4.6	102.8	35.1	18.28	0.55	0.011	3.1
3*	用鄉尾根筋下部	A_1 10—20	7.10	14.94	5.3	29.4	58.8	55.96	0.63	0.013	1.1
4*		A_2 45—55	5.07	3.15	5.2	15.5	29.4	35.65	0.45	0.009	1.2
5	岡本氏C点	A 15—25	0.79	3.59	5.7	48.0	27.9	16.99	1.99	0.040	11.7
6		B_1 45—55	0.60	3.66	5.6	24.6	19.4	13.84	4.16	0.083	30.1
7	志越	A 4—14	4.71	1.57	4.4	90.7	27.3	19.60	1.85	0.037	9.5
8		B_1 30—40	5.79	0.50	4.7	58.5	14.3	26.38	4.22	0.085	16.0
9	大聖寺	A 2—12	4.59	1.83	4.0	81.7	26.1	60.41	1.60	0.032	13.4
10		B_1 30—40	3.37	1.56	4.0	53.8	20.8	15.85	4.97	0.100	31.3
11	片伏影	10—20	2.97	1.95	4.5	80.0	31.6	10.86	0.78	0.016	7.1
12		60—70	7.22	0.74	4.6	170.6	43.6	30.43	8.25	0.165	27.1
13*	公民館横	A_1 25—35	12.15	15.85	4.9	31.8	95.8	49.58	1.38	0.028	2.8
14*		A_2 55—65	4.09	13.31	5.1	29.3	59.4	20.08	0.70	0.014	3.5
15*	西ノ平	A_1 25—35	12.48	7.68	5.0	8.2	104.7	30.48	0.49	0.010	1.6
16*		A_2 55—65	10.06	3.51	5.1	3.1	38.0	18.91	0.58	0.012	3.1
17	貝原	A 10—20	4.51	15.25	4.4	66.0	45.7	27.66	0.33	0.007	1.2
18		B_1 60—70	1.49	0	4.9	28.7	12.1	7.65	0.48	0.010	6.4
19	横内	A 8—18	4.25	1.86	4.6	33.9	27.2	10.01	0.45	0.009	4.5
20		B 35—45	5.73	1.23	4.8	18.3	21.3	9.49	1.21	0.024	12.7
21	坂本氏東園	B_1 25—35	2.44	0.43	4.5	36.3	19.9	5.75	0.44	0.009	7.6
22*		B_4 65—75	5.62	5.54	4.6	56.3	67.0	22.26	0.43	0.009	1.9
23	廣基寺裏	B_1 20—30	2.32	1.26	4.4	75.6	26.6	10.58	0.97	0.020	9.2
24		B_2 45—55	2.46	0.50	4.6	67.7	22.9	13.91	1.47	0.029	10.5
25	奥西氏園	A 10—20	3.18	1.30	4.3	63.2	19.7	7.54	1.34	0.027	17.9
26		B 37—47	1.72	0.21	4.3	53.3	16.8	7.33	0.43	0.009	5.9
27	佐坂	A 5—10	5.64	4.19	4.8	10.8	21.7	15.17	3.27	0.066	21.6
28		B 95—105	1.56	1.10	5.0	15.2	6.9	3.38	0.49	0.010	14.5
総平均			—	—	4.6	52.1	35.3	—	—	0.033	10.1
クロボク地平均			—	9.14	5.0	24.8	64.0	33.27	0.67	0.014	2.2
非クロボク地平均			—	2.26	4.2	61.6	25.8	16.72	1.94	0.039	12.8

備考　* 印はクロボク地

第1表の小の谷，下窪谷，及奥ノ谷は，岡山縣英田郡吉野村内にあつて栗の生育良好地である[5]．即ち小ノ谷は，高差約120米の山頂部から凝灰岩及斑岩の岩屑が押出した殆ど水平な谷間

で栗の根株の発達が櫟のそれと殆ど同様であつて，栗の地上部の発育も良好である．下窪谷にては標高350米の古生層の山の谷筋の中腹（250米）にて谷筋の傾斜26°の処に粘板岩の岩屑が粗鬆に且つ深く堆積してゐる．奥ノ谷にても，標高450米の背陵部の裾部（標高200米）に凝灰岩及石英粗面岩の岩屑が深く且つ粗鬆な崩積土層を形成してゐる．下窪谷及小ノ谷にては明かに地下流水を認め得る．

第2表の志越及大聖寺は前記吉野村内にて栗の生育不良な処である[7]．即ち志越にては凝灰岩の粘重，且つ堅い残積土層の為に栗の主根が地下僅に16糎にて横に走り，根群の発達も極めて浅い故に此の調査地に続く処に小林氏が2町歩の栗園を開設したが5－15年にて殆ど廃園に帰した．大聖寺は，約320米の高原地ではあるが海退によつて発達した水成の緻密な心土層が，排水不良な為栗の直根が深さ50糎にて枯死した事が認められ，地上部の生育も不良である．片伏影は，英田郡土居町にある[5]．此処では洪積層の丘であるが深さ106糎にある不透水盤層の為に栗の根群の発達浅く，地上部の生育も良好でない．

クロボク地帯の栗の立地調査を鳥取縣日野郡多里村（萩原及公民館農場横）及同郡日野上村大字木谷（ノタ谷）並に岡山縣の蒜山原地域にて行つた[6]．萩原は標高760米の花崗岩の山の麓（標高500米）に発達した傾斜14°の崖錐地であつて，A_1層のクロボク（深さ75糎）の下に花崗岩の角礫を含む土壌が深さ2.9米以下まで堆積して居り，栗の直根は深さ2.9米（直径10粍）にてなほ下方に向つてゐる．公民館農場横は所謂第三紀の円礫の多い土層の上にクロボクを被り，B_2層（78—85糎）が不透水盤層である為に，それ以下はグライ化し，根群の発達が浅く栗の生育は不良である．ノタ谷の調査地は標高740米の絹雲母片岩の山の一方の尾根筋の中頃の背部から60米位下つた地点である．絹雲母片岩は劈開し易く且つ肥沃な土層を作る．ここにて栗の細根の発達が深く栗の生育は良好である．

第1表の蜂ケ巣山は岡山縣の最北部の広大な蒜山原の東南（真庭郡川上村大字大森）にある標高760米の花崗岩の山の谷筋押出地（標高500米）である．蒜山原は伯耆大山の東南に当りクロボク地帯であるが，この押出地のA_2層（33－82糎）には岩塊以下の砂礫を多量に混じて居り，杉の生育が良好である．大森は旭川の南側の水平な河岸段丘上の地点である．ここは往昔蒜山原が湖底にあつた頃の深淵部に当りB_1層（81－120糎）は沈泥と思はれる．下草類の生育極めて良く，栗の老木にて胸高幹周2.09米のものが今猶30糎の新梢を出してゐる．西ノ平は旭川の北側の河岸段丘上をなす丘の頂部に近い傾斜20°の処である．表層からB_2層（105～135糎）に至るまで管泡狀孔隙をもつ火山灰土で，透水性が極めて大であり，且つB_2層以下に2米の厚さに透水性の極めて大きい砂礫層がある為に過乾地であるので栗の生育が不良である．

水戸平及横内は岡山縣上房郡中津井村にある石灰岩地帯である[6]．水戸平は大字中津井にて上方にある石灰岩台地から急斜面を約200米下つた崖錐地であつてこの地帯唯一の栗の生育良好地である．横内では同地点上方の石灰岩台地の残積土層に栗が生育してゐる．同村貝原は水戸平と小さい谷間を隔てた洪積層の丘である．ここでは深さ34糎以下に砂礫土又は微砂の堅い土層の互層がある為，栗の根が極めて浅く，20～30年生位で栗が全樹立枯れするものが多い．

大阪府豊能郡歌垣村は古来有名な栗産地である[6]．本村内の栗の最適地は標高553.5米の歌垣山の谷筋の傾斜8°の崖錐地（標高250米）に当る大字倉垣所在，大阪府立園芸高校歌垣分校の東側の附近であつて，クロボク土層の厚さ178糎の下に古生層砂岩及粘板岩等に由来する角礫が深く堆積してゐる．この附近にて胸高直径約60糎の老木が猶盛果期を保つてゐる．坂本氏の栗園は小字小戸にある押出地であつて，B_3～B_4層（52～120糎）がクロボクであつて，地表下厚さ52糎

の土層は石英粗面岩と思はれる岩屑が押出したものである．ここは中等程度に栗が生育するが前記高等学校附近よりは遙に劣る．同村内にて最も栗の生育不良であるのは倉垣部落の南部にて歌垣山の尾根筋の崖錐に当る処である(広慈寺附近)．即ちここではクロボクは土壌侵蝕の為全部流出して居る．A層は僅に厚さ2糎にてその下方には岩屑土層が厚さ3米以上認められるが栗樹は10数年生にて樹勢が衰へる．

歌垣村と僅かに約14粁距る処に京都府南桑田郡篠村がある[6]．本村では昭和初年頃栗栽培が興隆したが10年を出ずして荒廃に帰したところである．同村大字篠の丘上にある傾斜13°の奥西氏の園にては洪積土層に類する砂礫土層（厚さ47糎）の下に深さ1米以下まで砂層があり栗の根群は極めて浅い．

山口縣玖珂郡坂上村大字岸根，川平は岸根栗の最適地である[6]．ここでは標高340米の川平山の谷筋の傾斜が12°の崖錐地帯（標高140米）に土層が深さ2.7米以上に軟かく堆積してゐるのである。之に反し同村佐坂の洪積土層を示す河岸段丘（傾斜5°）の地帯にてはB層（15～160糎以下まで）の砂土が固結して堆積してゐる．

B. 土壌酸度及置換性石灰含量

前述の如き調査の結果栗の生育良好地は12地点，不良地は14地点と判定し得た．第1表は生育良好地，第2表は生育不良地に就て，栗の根群が主として発達する範囲内にて表層及下層土の風乾細土について分析した結果である。生育良好地の pH (H_2O) の総平均は4.6（その範囲は4.0～5.5）であり，不良地に於ても同様に4.6（同上4.0～5.7）である．然し大工原酸度は生育良好地の総平均は29.4（その範囲は3.0～93.4）に対し不良地のそれは52.1（同様3.1～170.6）であつて生育不良地の方が酸度が大である．然るに加水酸度は生育良好地の総平均42.3に対し不良地のそれは35.3であつて却つて小である．この原因は生育不良地の総地点数14中クロボク地は僅に4地点（土壌点数としては28点中7点）に過ぎぬのに対し，生育良好地にては総地点数12に対しクロボク地は6であり，又クロボク地は非クロボク地に比し加水酸度が大であるから生育良好地の方が不良地よりも総平均に於ては却つて加水酸度が大となるのである．同様な理由で置換性石灰百分率及石灰飽和度は生育良好地の総平均は夫々0.047%及14.7%であり，又生育不良地の総平均は夫々0.033%及10.1%である．即ち生育良好地と不良地の置換性石灰含量の差は非クロボク土壌のみの場合に比して小となつてゐる．故に土壌分析結果に就てはクロボク土壌と非クロボク土壌とに分けて考察することとする．

即ちクロボク地にての生育良好地の平均 pH (H_2O) は4.6（4.1～5.2）に対し不良地のそれは5.0（4.6～5.3）である。大工原酸度の平均に就ては生育良好地29.8（7.2～87.7）に対し不良地のそれは却つて少くて24.8（3.1～56.3）である．然し加水酸度の平均は生育良好地は58.7（25.1～100.2）生育不良地のそれは64.0（29.4～109.7）であつて後者の方が大であることは考察に値する．置換性石灰百分率及石灰飽和度の平均は生育良好地にては夫々0.016%（0.008～0.022%）及2.6%（1.2～5.6%）又生育不良地にては夫々0.014%（0.009～0.028%）及2.2%（1.1～3.5%）である．故にクロボク土壌は非クロボク土壌に比し置換性石灰含量が遙かに少く且つその範囲も狭い．

次に非クロボク土壌に就ては生育良好地の pH (H_2O) の平均は4.6（4.0～5.7）に対し不良地のそれは4.2（4.0～5.5）であつて，全酸度の平均が生育良好地の29.0（3.0～93.4）に対して不良地61.6（10.8～170.6）であること及び同様に加水酸度が前者では22.7（10.7～31.1）に対し後者では25.7（6.9～44.0）であることと同傾向である．置換性石灰百分率及石灰飽和度の

平均は夫々生育良好地にては 0.085% (0.002～0.227%) 及 29.0% (5.1～62.8) である．之に反し生育不良地にては置換性石灰百分率及石灰飽和度の平均が夫々 0.039% (0.007～0.165%) 及12.8% (1 2～31 3%) であつて明かに生育良好地に於けるよりも置換性石灰の含量が少い．

III 論　　議

前述の如く筆者は岡山縣下にて17地点（内栗園3地点）及鳥取，大阪，京都，山口等の4府縣下にて9地点（内栗園6地点）合計26地点に就て生育良好地又は不良地の判定を行つた．而て生育良好地12地点（内栗園3地点）及不良地14地点（内栗園6地点）に分けて土壤サンプル合計50点に就て調査した．本報の目的は栗の生育と土壤酸度及置換性石灰含量との関係に就ての生態調査であるが，上記の如く本州西部にて広範囲に栗園又は栗林について地質，母岩，地形及土壤形態等についてあらゆる場合を含んでゐるので正鵠な判断を下し得ると思ふ．次に栗の生育良好地又は不良地に就ての絶対的な基準はないわけであるが，筆者の試みとして気候及び可及的に気象条件等の等しい2又は数地点に就て栗の生育が極めて良好な地点とそれよりも遙かに生育が劣る地点とに合理的に分けて考察した．栗の立地の優劣に就ては物理的には土壤形態と根群の発達の良否と土壤空気又は土壤水分の狀態等が主要因と思はれるが土壤の化学性に就ても考証する必要がある．

先づ土壤酸度及び置換性石灰含量について考証する上にクロボクと非クロボク土壤に区別する事の必要があることは前述の如くである．而てクロボク地にては生育良好地及び不良地の間に置換性石灰の含量に差を認めることが出来ない．然し pH (H_2O) 及大工原酸度が生育良好地の方が生育不良地よりも酸性に傾いてゐる事はその生育良好地には用郷押出地，倉垣高校東等の崖錐地が多いのは礦質酸性土壤がクロボクに混じてゐる爲かと思はれる．この事は生育良好地には却つて加水酸度が小である事にも現はれるではあるまいか．これらの点は後日実証したいと思ふ．

次に非クロボク土壤に就ては置換性石灰百分率及石灰飽和度は生育良好地にては夫々 0.085% 及 29.0 % 又は生育不良地にては夫々 0.039 % 及 12.8 % であるから，明かに栗が石灰を好むと解すべきであらうか．然し水戸平のA層の如く置換性石灰 0.002 % の処もあり又クロボの生育良好地の平均は0.016%であるので栗は石灰の極めて少い土地にも耐へ又奥ノ谷のB層の0.227%の如き多量の石灰を好むとも見えるのである．大工原酸度は生育良好地及不良地が夫々 29.0 及 61.6 であり，同様に加水酸度は夫々 22.7 及 25.7 であるから生育不良地にては特に大工原酸度に大差がある．而てクロボク土壤，非クロボク土壤共に生育良好地の pH (H_2O) が 4.6 であることには興味がある．即ち栗は酸性土壤を好むのであるがそれにも適度があるのである．要するに置換性石灰含量が少いから栗の生育が良好であると考へられる例は少く，又逆に土壤酸度が強すぎる爲に生育不良である例が多いのである．

川島，陶山両氏（1942 a）によればスギ生育良好地の A_1 層土壤は pH (H_2O) 5.55，大工原酸度4.0，置換性石灰0 206%にて酸度弱く且つ置換性石灰に富んでゐる．又劣等地の表土は pH (H_2O) 4.65，大工原酸度 63.7 置換性石灰 0.016 % であつて酸度がかなり強く且つ置換性石灰を含むことが少い．この劣等地と栗の非クロボク土壤の生育不良地とを比較すると栗が大工原酸度の強いことを忌み且つ相当量の石灰を好む如くである．次に川島，永田，陶山氏等(1943)によればアカマツの生育優良地にては表土の pH (H_2O) 5.02，大工原酸度108.0，置換性石灰0.016 % であつてスギの場合とは反対である．而て又川島，陶山両氏（1942b）によればクロマツはアカマツに反し酸度弱く且つ置換性石灰に乏しくない土壤を好む．而てクロマツ～スギ混生林（ケヤキも混じてゐる）の表土は pH (H_2O) 5.00，大工原酸度 28.8，置換性石灰 0.085% で酸度

は左程強くなく且つ置換性石灰が稍多い例がある．此の例に非クロボク土壌にて栗の生育良好地のpH（H_2O）4.6，大工原酸度29.0，置換性石灰0.085%である事と比較すれば興味がある．川島，陶山両氏（1940）によれば桃樹は石灰飽和度が25%以下ではその生育が不良であるが，梨は桃樹の生育不良地にも耐へる．而て又両氏（1940）梨園土壌に就き石灰飽和度平均11.7%である事を報告してゐる．非クロボク土壌の栗の生育良好地の石灰飽和度は29.0%であり又不良地のそれは12.8%である．川島，陶山両氏（1940）は梨園及桃林土壌の置換性石灰量0.003～0.074%平均0.024%，石灰飽和度は0.5～13.6%，平均4.2%である例を挙げてゐる．本報に於ける生育良好地の石灰飽和度はそれよりも小な場合もある反面，川島氏（1939）が生産力大なる苹果園土壌の石灰飽和度が50%内外であるとしたのにも優る例（奥ノ谷）さへあるのである．

茶は石灰嫌忌植物と謂はれてゐるが，渡辺氏（1937 a）が静岡縣にて調査した結果によれば茶の生育が不良であるのに却つて土壌が石灰に乏しく酸性の強いことがその主因となつてゐる．又同氏（1937 b）は印度アッサム地方の実情を考察して茶に対する「石灰過剰の害とは石灰によつて土壌反応を余りに中性に近づけることである」と述べて居る．又土壌酸性と排水不良又は土壌の粘重なことは屡々相伴ふ現象であることを示唆してゐる．筆者等(3)(4)の研究によれば栗は相当量の石灰に耐へる半面，稍酸性土壌を好み土壌反応が中性に近いことを忌むのである(7)．本調査の成績によつても栗は石灰を嫌忌するもの即ち"狭義の"或は"所謂"石灰嫌忌植物ではない．強いて謂へば De Silva 氏（1934）の説く如く"広義の"石灰嫌忌植物であるに過ぎない．

IV 摘　　要

（1）岡山縣及他の4府縣下にて栗園9地点，栗林17地点に就き栗の生育良好地12地点（内クロボク地6地点）及生育不良地14地点（内クロボク地4地点）と判定した．而てそれら地点の土壌50点に就き土壌酸度及置換性石灰含量を調査した．

（2）クロボク地帯の栗生育良好地にては pH（H_2O）平均4.6，同様に大工原酸度 29.8，加水酸度 35.3，置換性石灰 0.016%，石灰飽和度 2.6%である．又生育不良地にては夫々 5.0，24.8，64.0，0.014 %及 2.2%である．故にこの地帯にては栗の生育良好地と不良地との間に土壌酸度及置換性石灰含量に大差はない．

（3）非クロボク土壌地帯にては栗生育良好地にては pH（H_2O）平均 4.6，同様に大工原酸度 29.0 加水酸度 22.7，置換性石灰 0.085 %，石灰飽和度 29.0%である．又生育不良地にては夫々 4.2，61.6，25.7，0.039及12.8%である．故に生育良好地は酸度が余り強くなく且つ置換性石灰含量は稍大である．

（4）然し栗は稍々石灰含量の少い処にても生育が良好である．筆者等の他の研究によれば栗は相当多量の石灰に耐へるが，又稍酸性土壌を好み土壌反応が中性に近いことを忌む．

（5）従つて栗は"狭義の"或は"所謂"石灰嫌忌植物ではない．

V 引　用　文　献

（1）De Silva, B. L. T. (1934) : Distribution of "calcicole" and "calcifuge" species in relation to the soil in calcium carbonate and exchangeable-calcium, and to soil reaction. J. Ecol., 22 : 532—553

（2）本多昇，深井弘義（1952 a）：地床状態が栗の根群の発達に及ぼす影響（第1報），園学雑 20 (3. 4) : 166—174

（3）本多昇，林浩史，岡崎光良，石原三郎（1952 b）：栗に及ぼす石灰の影響 I．水耕栽培に於ける石灰抵抗性に就て（第1報），岡山大学学術報告 第1号（16—25）

（4） 本多昇，岡崎光良，横山二郎 (1953 a)：栗に及ぼす石灰の影響 II．土壌栽培に於ける石灰抵抗性に就て（第1報），京大園芸学研究集録．（印刷中）

（5） 本多昇，岡崎光良，大塚純夫 (1953 b)：地床狀態が栗の根群の発達に及ぼす影響（第2報）岡山縣英田郡に於ける調査成績，園学雑（印刷中）

（6） 本多昇，岡崎光良（未発表）：地床狀態が栗の根群の発達に及ぼす影響（第2報―第6報）

（7） 本多昇，岡崎光良（未発表）：栗に及ぼす石灰の影響 II．土壌栽培に於ける石灰抵抗性に就て（第2報）

（8） 梶浦実 (1937)：栗の栽培，農及園12 (6) P. 1779

（9） 川島祿郎，陶山源一郎 (1939)：苹果園土壌の反應と石灰飽和度に就いて，日農化誌 15 (8)：744～750

(10) 川島祿郎，陶山源一郎 (1940 a)：枇杷園土壌の反應と石灰飽和度に就いて，日土肥雑 14 (2)：93―99

(11) 川島祿郎，陶山源一郎 (1940 b)：栗園土壌の反應と石灰飽和度に就いて，日土肥雑 14 (3)：143―147

(12) 川島祿郎，陶山源一郎 (1940 c) 梨園土壌の反應と石灰飽和度に就いて，併せて土性と石灰滲透性との関係，日土肥雑 14 (6)：345―351

(13) 川島祿郎，陶山源一郎 (1942 a)：森林樹木の生育と土壌反應並に石灰との関係に就いて（第1報）福岡市外脇山村国有林に於けるスギ，ヒノキ，アカマツ，日土肥雑 16 (10)：393～398

(14) 川島祿郎，陶山源一郎 (1942 b)：森林樹木の生育と土壌反應並に石灰との関係に就いて，（第4報）秋田縣に於けるスギ，ヒバ，クロマツ林土壌，日土肥雑 15 (11)：451～458

(15) 川島祿郎，永田正直，陶山源一郎 (1943)：森林樹木の生育と土壌反應並に石灰との関係に就いて（第6報）日田地方に於けるアカマツ並にスギ林土壌，日土肥雑 17 (6)：229～232

(16) 京大農学部農林化学教室 (1950)：農芸化学実験書，上卷

(17) Lundegårdh, H. (1931)：Environment and plant growth. p.215

(18) 農林省農業改良局技術研究部 (1949)：農事試験法

(19) 関豊太郎 (1937 a)：静岡縣中部茶園土壌の形態及び組成，日土肥雑 11，(3)：295～298

(20) 関豊太郎 (1937 b)：茶園土壌の酸性及び石灰問題（予備的說述），日土肥雑 11 (5)：423～432

(21) 田中諭一郎 (1933)：栗の栽培 P. 197

(22) 田中諭一郎 (1937)：栗に関する二，三の知見，園芸の研究33：16～24

VI Summary

（1） Observations were made at nine chestnut orchards and seventeen chestnut woods within Okayama Prefecture and four other prefectures. There were found twelve places (six places are in the Ando-soil zone) where chestnut trees grow well, and fourteen places (four places are in the Ando-soil zone) where they do not grow well. Fifty samples of soil of the above mentioned places were examined on the soil acidity and exchangeable-calcium.

（2） The results with the Ando-soil zone were as follows.: The mean value of pH (H_2O) of the superior places (i. e. the places where chestnut trees grow well) was 4.6; and similarly, 29.8 of exchangeble acidity, 35.3 of hydrolytic acidity, 0.016% of exchangeable-calcium and 2.6% of degree of saturation of calcium were recorded. The mean values in the order mentioned above were 5.0, 24.8, 64.0, 0.014 and 2.2% respectively with regard to the inferior places (i. e. the places where chestnut trees do not grow well). It may be said that there is not great difference in the soil acidity and the status of exchangeable-calcium between the superior and inferior places within the Ando-soil zone.

（3） The results with the normal soil zone were as follows.: The mean values of pH (H_2O) of the sperior places was 4.6; and similarly, 29.0% exchangeable acidity, 22.7% of hydrolytic acidity, 0.085% exchangeable-calcium and 29.0% degree of saturation of calcium were recorded, The mean values were 4.2, 61.6, 25.7, 0.039 and 12.8% respectively with regard to the inferior places, It

may be said that the soil acidity is not so great and the content of exchangeable-calcium is fairly high.

(4) Chestnut trees grow well even on the soil that contains fairly low exchangeable-calcium. According to the results of the experiments elsewhere reported by the author and his co-workers, the chestnut tree tolerates fairly high content of calcium in the soil and it prefers moderately acid soil. **But it dislikes soil reaction near the neutral point.**

(5) The chestnut tree is not calcifuge "in a narrow sense", or it is not "so-called" calcifuge.

作物の塩害に関する研究

第5報　小麦種子に於ける塩類と発芽生理との関係*

太田勝一・小合龍夫・大森信章

Studies on the Salt Injury on the Crop Plants

(5) The influences of NaCl solutions upon the germination in wheat

Katuiti ŌTA, Tatuo OGŌ and Nobuaki ŌMORI

緒　　言

筆者等の一人太田は，先に岡山縣児島湾干拓地に於ける作物栽培環境の不良を認め，之が原因の一部たる塩害の機構につき，既に水稲の籾種の発芽，吸水及び発育に及ぼす影響を究明し，濃度の増大と共に諸現象の悪化を観察した．更に太田，小合は，水稲の幼植物に於ける吸水，伸育及び登熟に及ぼす影響と，体内葉緑素等につき，塩類と生理現象との関係を明にして，濃度と共に，次第にその影響が著しい事実を認め，特に葉に於ける白化現象等の特殊性を観察した．

筆者等は今回，之等濃度との関聯性から，外液の滲透圧と塩類 Ion との相互競合作用を明にし，塩類自体の影響を分離して，塩害の機構を究明せんとしたものである．

尚麦類の現地栽培状況から鑑みて，之が生態をも合せて究明し，概略の結果を得たのでここに報告する次第である．

尚本研究を行ふにあたり，前岡山大学教授岩城鹿十郎氏に御教示を得，又当教室磯村壽夫，笹井一男，塩津栄の各氏及び現地附属干拓圃場の三宅靖人氏より多大の援助を得た．此処に記して謝意を表する．

実験材料及び方法

実験1．吸水量及び発芽について

供試材料は，小麦品種農林52号を用ひ，肉眼撰定により可及的均一なものを撰んだ．試験区は食塩水を用ひ，発芽床濃度を 0，0.5，1.0，1.5，2.0，3.0，4.0，5.0 各 NaCl %の，8段階とした．発芽床には，シャーレーを使用し，各区50粒を用ひて3回反復した．先ず各種濃度の発芽液の一定量（15cc）を加へた後，10°C の低温恒温器にて発芽を行はしめた．10°C の温度においたのは，吸水量，発芽量の僅差をも認めんとし，その速度を遅延せしむるにあつた．

測定は最初の15時間迄は3時間毎に，次の30時間では6時間毎に，次の24時間では12時間毎に行ひ，処理後69時間に於て終了した．

吸水量の測定方法は，各測定時に種子を濾紙上に取出し，表面附着の水分を可及的且均一に除去した後，秤量した．之と同時に発芽数を記録した．吸水量測定の終了は，処理種子の70～80%の発芽を見た時とし，更に比較的低濃度区の発芽が 90～100%を示したる69時間を以て実験終了とした．

次に，用ひた塩分濃度と等張な糖液（glucose）を試験区に併用して，同様，吸水，発芽を試み

* 本報告の要旨は昭和27年10月4日日本作物学会第96回講演会に於て発表

た．用ひた糖液は，Vant hoff の等張係数1.80～1.82を用ひて算出した濃度を持ち，同時にベックマン氏の氷点降下測定法にて，各対称区と等降下度を示す事を検し，実験的に明に等張なる事を認めた．対応試験区濃度は，次の如くである．

NaCl	Glucose
0%	
0.5%	2.7684%
1.0%	5.5368%
1.5%	8.3052%
2.0%	11.0736%

尚平均発芽速度の算定は Gassner の式に従つた．

実験 2．発芽後の幼芽，幼根の伸長について

試験区は，塩分濃度にて 0.5%，1.0%，1.5%，2.0%，3.0%の5区と標準区の0%を加へて6区とした．更に実験1と同様，等張な糖液を用ひ，尚之に海水の塩分利用による各区をも加へた．

材料は実験1と同様であるが，特に発芽自体の影響を考慮して，胚部に亀裂を生じて，幼芽，幼根が見られる種子と，未発芽種子とを分けて用ひた．特に本実験では前者の此の種の種子を催芽種子と呼び，後者の如き種子を風乾種子と呼ぶ事にする．

実験 3．塩の透過と細胞の活力の変化について．

塩の透過の検定については Tunmann 氏の塩化ナトリウム結晶検出法を用ひた．又細胞の活力の変化については Indigocarmine による生体染色を用ひた．前者は1.5，2.0，5.0%の各濃度液に24時間浸漬後，表皮を剝離した後，胚部を切半し，Slide glass 上に汁液をとり，之に0.1%の $AgNO_3$ 溶液及び1%のアンモニヤ水を加へ，鏡検した．Cl-Ion が存在する場合には，濃紫色の塩化銀結晶を認める事が出来る．

Indigocarmine 染色と活力の関係の詳細については，後述するとして，その方法は，無塩の下に催芽せしめた種子を0，0.5，1.0，1.5，2.0，3.0，5.0%の各塩分濃度区に1時間浸漬後，1/2000 Indigocarmine 水溶液に4時間浸漬した後，水洗し，その染色度を検した．この場合の試験区には，各塩分濃度液と等張な糖液の各区をも併用した．

実験 4．内容成分の消長について．

供試品種は，同じく小麦農林52号を用ひ，塩分濃度を次の8区に分けた．即ち，0，0.5，1.0，1.5，2.0，3.0，4.0，5.0 各 NaCl %区である．

種子は可及的均一のものを撰び，ウスプルン液にて30分消毒した後，実験に供した．
材料は，約50gr の種子に 50cc の各濃度の発芽液を加へ，15°C のもとで8日間経過せしめた．15°C と限定したのは Amylase の強力なものが得られると云ふ理由からである．（北大生理学教室）

尚含塩量のみは，更に10%区をも追加し，置床後6日目に測定した．

a）炭水化物量の測定

材料を乾燥粉末にして，その 1.5gr を水 50cc 及び25% HCl 5cc を加へ，沸騰温浴中にて，2.5時間加水分解後，NaOH 液で中和し，冷却後，濾過して，濾液及び洗滌液を加へて 250cc とし，この分解液 10cc を用ひて Lehmann-Maquenne-School 法により，全炭水化物量を還元糖として測定した．更に可溶性炭水化物量は，12.5gr の乾燥粉末に蒸溜水を加へて，38°C の恒温器

中で一昼夜抽出後，濾過し，濾液及び洗滌液を加へて250ccとしたものを50ccとり，25% HCl 5cc を加へて同様2.5時間加水分解後，LEHMANN-MAQUENNE-SCHOOL 法により還元糖として測定した．

b）酵素活力

i）Amylase

1%澱粉液 20cc に pH 4.3 の醋酸，醋酸ソーダー緩衝液10ccを加へ，40°Cの恒温のもとに約20分間保つた後，前記可溶性炭水化物抽出液5ccを加へ，トルオールで液面を覆ひ，24時間後5% NaOH 液5ccを加へて，酵素作用を停止させ，冷却後，蒸溜水を加へて100ccとした．この糖化液20ccを同様 LEHMANN-MAQUENNE-SCHOOL 法により還元糖を定量した．

ii) Peroxydase

前記可溶性炭水化物抽出液10ccに0.1%のピロガロール50cc 及び1% H_2O_2 2cc を添加し，トルオールで液面を覆ひ，24時間放置した．かくして生成されたプルプロガリンの沈澱を濾過洗滌した後，残渣を濃硫酸に溶かして 0.1 N-KM_nO_4 液をもつて滴定した．

尚酵素活力の表示には，何れも標準区を100とした指数を以て示した．

c）含　塩　量

約40grの種子を発芽せしめ，之を充分水洗して，表面附着の塩分を可及的完全に除去し，乾燥して，電気炉内で，燃焼灰分とし，之に200ccの蒸溜水を加へて，塩分を抽出し，0.1 N-$AgNO_3$－クロム酸カリ容量法にて定量した．

實　驗　結　果

実　驗　1.

異なる塩分濃度に於ける，吸水の割合は，Table 1，Fig. 1の如く示され，濃度の増大と共に減少した．更に，之を統計的に処理すると，最初の3及び6時間後に於ける各区には，差が認められず，各区共同様の吸水を示している．然るに以後時間の経過と共に各区の差が認められ，何れも99%の有意性が認められた．

Table 1　異なる塩分濃度に於ける小麦種子の吸水量（%）

処理経過時間 ＼ 発芽床Nacl濃度	0%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%
3時間後	15.3	14.5	13.8	13.3	12.7	13.7	13.2	12.2
6 〃	21.8	20.8	19.5	18.3	17.9	18.9	17.8	15.5
9 〃	26.5	25.7	24.2	23.3	22.3	22.6	21.8	18.3
12 〃	30.6	29.5	28.3	27.1	25.5	25.5	24.9	22.0
15 〃	33.3	31.7	30.8	29.6	27.3	27.3	26.9	23.9
21 〃	37.3	36.4	35.1	33.5	31.9	30.6	29.6	26.5
27 〃	41.5	40.2	38.1	37.2	34.2	33.3	31.6	29.0
33 〃	46.0	43.0	41.4	38.6	36.1	34.8	33.5	30.7
39 〃	47·5	45.4	42.3	40.1	36.8	35.7	34.0	30.6
45 〃				41.2	38.4	36.4	34.7	31.8
57 〃				43.5	39.3	37.3	35.6	32.2
69 〃					41.4	37.9	36.6	33.0

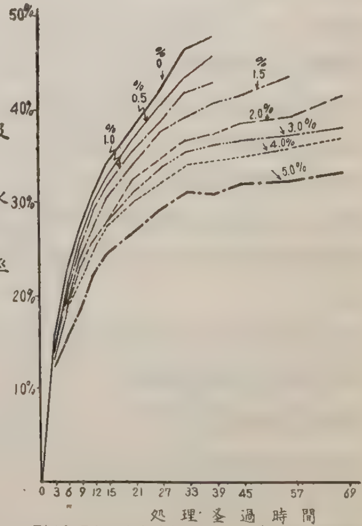


Fig 1 異なる塩分濃度に於ける小麦種子の吸水状態

更に之と等張な糖液に於ける吸水量の比較は，Table 2の如く，各区共塩，糖両液間には，何等差が見られなかつた.

Table 2　異なる塩分濃度及び之と等張な糖液中に於ける小麦種子の吸水量の比較（M±S. E.）%

Ⅰ / Ⅱ / Ⅲ	0 %	0.5%		1.0%		1.5%		2.0%	
	—	塩溶液	糖溶液	塩溶液	糖溶液	塩溶液	糖溶液	塩溶液	糖溶液
3時間後	14.0±0.4	12.8±0.9	13.4±0.2	13.2±0.7	12.7±0.5	13.9±0.6	13.0±0.2	13.4±0.7	12.0±0.2
9 〃	21.4±0.2	20.5±0.3	21.4±0.3	21.3±0.2	20.7±0.4	21.4±0.3	21.0±0.4	20.1±0.5	19.0±0.1
15 〃	26.0±0.1	25.2±0.4	25.3±0.2	25.7±0.3	24.9±0.4	25.2±0.3	25.0±0.1	24.3±0.2	23.3±0.2
21 〃	27.5±0.2	26.1±0.1	26.6±0.1	26.1±0.1	26.0±0.3	25.8±0.1	26.1±0.4	24.7±0.5	24.4±0.2
33 〃	30.8±0.1	29.4±0.3	29.8±0.2	29.2±0.1	28.5±0.1	28.4±0.4	28.1±0.3	27.9±0.2	26.7±0.2
45 〃	32.8±0.1	31.0±0.1	30.9±0.3	30.5±0.3	29.4±0.3	29.0±0.1	28.8±0.3	27.2±0.2	27.4±0.2
57 〃	34.9±0.1	32.1±0.1	32.4±0.1	31.4±0.2	30.9±0.7	29.7±0.2	30.3±0.3	28.5±0.1	28.1±0.2
69 〃	37.0±0.2	33.8±0.2	34.2±0.4	31.9±0.2	31.6±0.3	30.2±0.0	30.4±0.3	29.0±0.2	28.7±0.1

備考　Ⅰは試験区 NaCl 濃度　Ⅱは試験区別　Ⅲは処理時間

発芽状況については，Table.3, Fig.2, Photo.1に示す如く，1.0%迄は，標準区と殆んど差がなく，1.5%に於ても時間的に遅延は認められるが，発芽率としては標準区と大した差はなかつた．然るに2.0%に於ては，急激に減少を示し，以後濃度の増大と共に更に著しく不良となつている.

Table 3　異なる塩分濃度に於ける小麦種子の発芽率（%）

処理時間 ＼ 試験区 NaCl 濃度	0%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%
21時間後	7.7	7.7	4.7	0	0.7	0	0	0
27 〃	58.7	45.3	28.0	1.3	2.0	0	0	0
33 〃	76.7	85.3	64.0	22.8	9.3	0	0	0
39 〃	78.7	90.7	74.0	41.3	12.0	0	0	0
45 〃	85.3	92.7	82.0	50.0	14.7	0	0	0
57 〃	93.3	96.7	90.7	82.0	31.3	0.7	0.7	0
69 〃	94.7	96.7	92.0	90.0	50.7	3.3	0.7	0

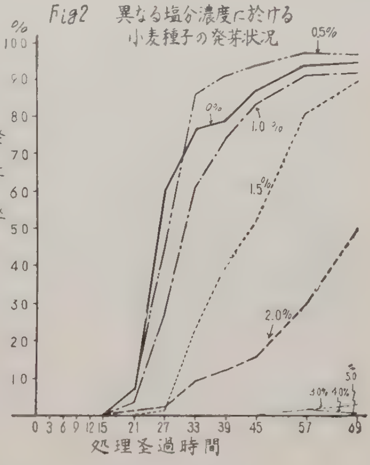
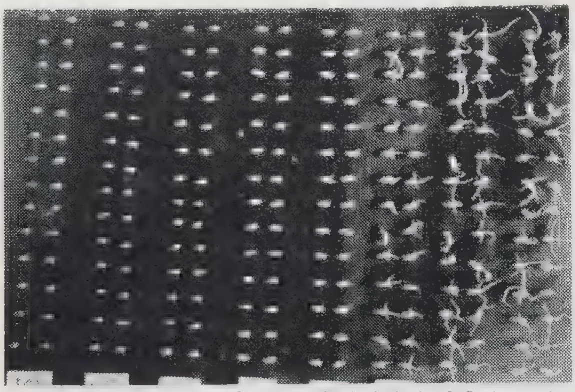


Table 4　異る塩分濃度及び之と等張な糖溶液中に於ける発芽歩合の比較

試験区濃度	0%	0.5%		1.0%		1.5%		2.0%	
溶液の種類	—	塩溶液	糖溶液	塩溶液	糖溶液	塩溶液	糖溶液	塩溶液	糖溶液
平均発芽速度（時間）	34.56	38.26	38.50	40.67	41.36	47.69	51.75	60.00	61.00
発芽歩合（M±S.E.）%	66.6±2.9	48.6±4.3	56.6±1.4	40.6±3.3	50.6±1.3	18.6±4.2	10.6±3.3	2.6±1.3	2.0±1.1

Photo. 1 異る塩分濃度液に於ける
小麦種子の発芽状況



5.0% 4.0% 3.0% 2.0% 1.5% 1.0% 0.5% 0%

又等張な糖液と比較した場合にも，吸水量と同様の現象を示しており，Table 4 の如くであつた.

Table 3 に示された発芽歩合を前と同様に統計的処理を施すと，27時間後に於ては1.0～1.5%区に於て，99%の有意性が認められ，33時間後に於ては0，0.5%間以外に同様の差を有し，以後は1.0，0.5，0%以外に差が認められ，1.0～1.5%に，その限界が示されている．更に69時間後では，2.0%に至つて，各区に99%の有意差をを認める事が出来た.

実 験 2.

幼芽，幼根の伸長量は Table 5 に示した．海水利用区は，食塩単用の何れの区よりも幼根の伸長は良好であり，塩，糖両液間では，特に糖液区が比較的高濃度に於て，その伸育が良好であつた.

Table 5 塩溶液中の幼芽，幼根伸長量（M±S.E.）cm

試験区種類	塩分濃度	風乾種子処理 幼根長	催芽種子処理 幼芽長	催芽種子処理 幼根長
	0%	8.00±0.40	3.52±0.52	3.87±0.53
食塩溶液	0.5 〃	5.26±0.22	3.71±0.41	3.61±0.33
	1.0 〃	2.45±0.15	1.83±0.36	2.26±0.29
	1.5 〃	0.95±0.01	0.32±0.13	0.39±0.11
	2.0 〃	0.00±0.00	0.16±0.04	0.20±0.05
	3.0 〃	0.00±0.00	0.00±0.09	0.00±0.00
糖溶液	0.5 〃	3.22±0.24	2.53±0.39	3.29±0.41
	1.0 〃	3.74±0.25	1.09±0.33	1.43±0.23
	1.5 〃	2.42±0.17	1.36±0.23	2.01±0.33
	2.0 〃	0.06±0.01	0.24±0.05	0.82±0.09
	3.0 〃	0.00±0.00	0.02±0.02	0.25±0.08
海水	0.5 〃	5.92±0.21		
	1.0 〃	4.08±0.22		
	1.5 〃	1.66±0.15		
	2.0 〃	0.07±0.07		
	3.0 〃	0.00±0.00		

実 験 3.

Tunmann 氏検出法に於ては，明に塩化銀の結晶を認め，塩の透過を確めた．尚透過量につい

ては，実験4に示した．

Indigocarmine 生体染色の度合は，各区に於てその差は大きく，特に塩溶液の場合は，糖に比して，遙に著しくTable 6, Fig.3に示した．尚塩，糖両液間には99%の有意性を認める事が出来た．

Table 6 Indigocarmine 染色率（M±S.E.）%

試験区別 ＼ 試験区 Nacl濃度	0%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	3.0%	5.0%
塩溶液	4.0±2.5	21.0±2.9	31.7±3.9	38.0±3.4	40.0±2.0	87.0±2.0	98.0±2.0
糖溶液	—	9.0±8.0	8.0±3.4	16.0±6.8	27.0±8.3	40.0±8.1	47.0±8.0

実　験 4.

結果は Table 7，に綜括した．全炭水化物量に於ては濃度と共に僅に増大し，可溶性炭水化物量は，之に比し減少し，可溶性炭水化物量／不溶性炭水化物量は 1.0〜2.0％にて急激に転換している．

酵素活力は Amylase, Peroxydase 共に濃度の増大と共に漸次抑制されるが，Peroxydase では特に強く表はれ，1.0〜1.5%に於て，既に標準区の1/2の活力に減少した．

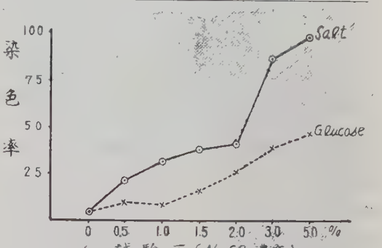


Fig3 Indigocarmine 染色状態

含塩量は濃度と共に増大し，発芽床濃度に対しては低濃度区程その割合が大きかつた．

Table 7 塩溶液中の小麦種子の炭水化物量，酵素力，及び含塩量の消長

試験区濃度	全炭水化物量（対乾物量）	可溶性炭水化物量（A）	不溶性炭水化物量（B）	A/B	Amylase活力（標準区を100とした指数）	Peroxydase活力（標準区を100とした指数）	対乾物含塩量
0 %	67.0%	41.2%	25.8%	1.60	100	100	0.05 %
0.5〃	68.7〃	39.7〃	29.0〃	1.37	—	100	0.10 〃
1.0〃	70.0〃	37.3〃	32.3〃	1.17	95.9	68.6	0.13 〃
1.5〃	67.9〃	33.8〃	34.1〃	0.99	84.7	47.8	0.17 〃
2.0〃	69.3〃	25.4〃	43.9〃	0.58	79.2	37.4	0.23 〃
3.0〃	71.5〃	13.6〃	57.9〃	0.23	63.9	33.2	0.37 〃
4.0〃	70.7〃	7.9〃	62.8〃	0.13	54.8	39.5	0.42 〃
5.0〃	72.0〃	6.8〃	65.2〃	0.10	50.3	24.9	0.56 〃
10.0〃	—	—	—	—	—	—	1.07 〃

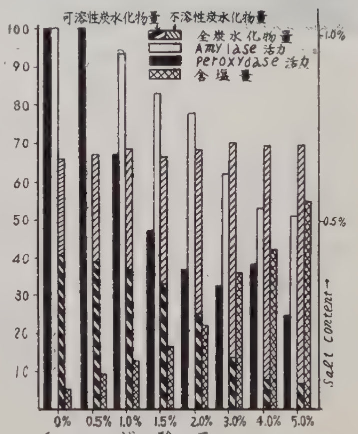
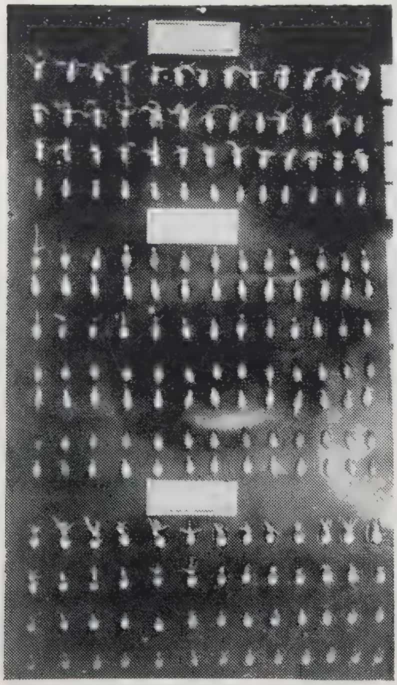


Fig.4 塩溶液中に於ける小麦種子の炭水化物，酵素力，及び含塩量の消長

考　　　察

麦類の発芽に於ける耐塩性は現地干拓地に於ける三麦の発芽状況から見て，皮麦が最も悪く，115品種中その約39.4%〜58.6%（95%信頼区間），稞麦は86品種中その約8.0〜25.4%（95%信頼区間），小麦は144品種中約9.3%〜22.8%（95%信頼区間）の障害率を示していた．之は皮麦の本質的のものと考えられる所もあるが，二三の予備実験から推察される所では，俗に云う皮，即ち穎の存在が原因しているとも考えられ，その発芽から伸育えの転換期に障害があらはれてくるのではないかと云う事実が認められた．（photo.2）〔未発表〕

Photo.2　三麦特定品種及び剝皮皮麦の発芽状況比較



従つて，先づ最初の段階として，この推察し得る原因を除いた，極く簡単な状態から進めんとして，概略，中庸の抵抗力を示す小麦を撰んだ．尚小麦農林52号は本縣南部に広く分布している品種にして，小麦の耐塩性品種間差異の予備試験からは，中等度の階級に属するものである．

先づ，実験1の吸水及び発芽状態は，先に報告した水稲の場合と同様，塩分溶液の濃度の増大と共に何れも悪化を示している．然るに小麦の場合には，水稲に比して，その影響を受ける限界濃度は著るしく高く，**1.0**％迄は正常の発芽を示し，**1.5**％に於ては，極めて僅か発芽が遅延するも，その発芽程度には変りは認められず，更に濃度が増大する場合に障害が認められている．即ち**2.0**％に於ては，その50％の発芽が見られたに過ぎない．更に**3.0**％に至つては，その障害著るしく，僅かに3％の発芽を見たに過ぎず，既に発芽不可能となつている．

尚之と比較した等張な糖液の場合に於ても，全く同一の結果が認められた．従つてこの事実から，種子の吸水，発芽に関しては，単に外液のもつ滲透圧にのみ左右されるかの如く考えられ，濃度による，之等の悪化の状態は，作物の本質的のもの，即ち細胞液の濃度，滲透圧によるものではなからうかと云う示唆を受けた．然して Gola G. (1905) は，小麦種子を塩類の溶液に浸すと，只だ水分のみが種子内に入るので，種皮に撰択的半透過性がある事を認め，又 Schull C. A. (1913) も同様，種皮は NaCl の浸入を遮断する事実を認め，更に近藤 (1927) も亦同様の事実を認めておるが如く，古くから吸水に於ては，種皮の塩類透過は認められなかつた所である．更に Rudolfs W. (1921) は，吸水に於ける速度の遅緩は，ただ溶液が種子の物質に，化学的に反応して，その吸水力を変化するものではなく，ただ滲透圧によると述べており，更に近藤(1922)は濃度の増加と共に，吸水率は直線的減少を示し，低濃度溶液は例外である事を認め，同様に滲透圧的抵抗（(Osmotic resistance) に考究している．

即ち，之等研究者から推察し得る事実は，本実験に於ても明に実証せられる所であるが塩類の種子内侵入については尚今後の研究にまつ所である．

次に実験2に於ける幼芽，幼根の伸長については．比較的高濃度の塩．糖両液の間に，明かに，差が認められている．即ち，限界濃度附近に於て，糖がその伸長量に優位を占めている事実が認みられ，ここに始めて単なる滲透圧的考察より塩類 Ion 自体の考察が考慮せられなければならなくなつた．

更に海水を用いた場合には，食塩単用の何れの区に比しても，良好な伸長を示している．この原因は，海水に含まれる種々の Ion 間の拮抗，或は微量要素の存在，或は海水中の微生物による之ら伸育環境に及ぼす良好な条件等種々考えられるが，拮抗現象については，特に Na-Ion が強力なものとして認められている関係から，先づ第一義的に考えられ，微量要素については，

EATON (1942) が，塩化物の存在のもとに於ける Mn, B, Zinc. other 28 elements の存在が乾物量を増大している事実を報告している等，種々考えられているが，何れも結論なく，その原因については，植物体にあらわれる生理現象，特に，或る特殊の元素の過少を究明し，塩害回避の点に到達すべく，目下実験を継続中である．

更に，実験3の Indigocarmine の活力検定と塩の透過に於ても，限界濃度附近で塩類の場合が著しく変化を示している．この現象は，如実に塩類自体の影響が表はれた事実を示している所である．

Indigocarmine の染色は，細胞膜の半透過性が失はれた時に起る事実から，長谷川 (1932) により細胞の生死鑑定に用い得る事が例証され，又近藤 (1927) も，胚を Indigocarmine で染色する時，多くは根，他のものは軸が染まり，又両部分に斑紋として染まる事があるが，何れも胚の衰弱した事を示すと述べ，又その斑紋の数は，生活力に関係があると結んでいる．又一方，山羽 (1934) は，生体染色と塩類の関係から Na-Ion は，染色の度を促進する事を明らかにしている．然して，本実験に於ては，染色後の色調からも明かな如く metachromasie の現象も考へられ，その他無機 Ion，電解質等の性質と染色との関係も考えられて，此の点明かではないが，塩，糖両液間の活力の差は，一応認めても差し支えないであろう．

更に，山羽 (1933) は，Na-Ion は細胞膜を溶解する事実を認め，一方糖は，之を縮化させる事をも認めており，又土井 (1950) は，水稲の原形質流動から，食塩をその培養液とした時には，糖を用ひた場合に比し，滲透圧的に遙かに低い状態で異常を来す事実を認めて，Ion の侵入が細胞の諸生理に影響するであろうと述べている．

この生体染色は幼根の表皮内層から始まり，漸次，全組織に及ぶ事が観察され，塩の侵入に依つて次第に活力を失うであろうと思考した．之が事実は，HÖFLER ûnd STEGLER (1930) が，植物の組織に依つて塩類の透過度の異なる事を認めており，又榎本，長井 (1941) も，既に棉を用いて原形質分離を起し易い幼根部に塩の影響がある事を認めている．特に限界濃度附近では幼根の活力の減退と考えられる現象が明に認められ，発芽活動開始以後，此の stage に至つて塩類の影響があらはれてくるものと思考した．

又近藤 (1927) は，糖液を発芽液とした際には，明に発芽阻害の現象が認められるも，それはただ発芽完了の時期が長びくだけで，所謂種子の仮死状態が尚続いていると述べ，枯死を来す事実は認めていない．かかる点から，塩類の存在は，糖に比し，全く逆の状態，即ち，仮死状態の種子が一度活生化された後，枯死する経過をたどると推論し得る所である．

炭水化物の消長については，全炭水化物量が濃度の増大と共に僅かながら増している事実は，発芽時に於ける呼吸の障害と思考するが，他の諸現象とも平行するものと考えられる．

可溶性炭水化物と不溶性炭水化物との比率は，濃度と共に，急激に減少の傾向を示し，作物体の生理機構の悪化を如実に示しているものであり，BASLAVSKAJA S. S. (1936) は Potato を用いて Cl-Ion と炭水化物の消長との関係からこの事実を認めている．更にこの原因は，Amylase 活力の減退にある事を推論しているが，実験4に示した如く，本実験でも同様 Amylase の活力は濃度と共に明に減少する事実が認められ，種子発芽についても，同様推論し得る所であろうか．

更に Peroxydase 活力に対する影響としては極めて明らかであり，その減退の度が著るしく，1.5%区で，既に標準生育の1/2に減じている事実は，塩類のもつ影響が，ここにも認められる所である．

尚従来，作物栽培環境の下で，稀薄な塩分の存在が，その生育を良好ならしめる事実は，田畑(1930)．鈴木梅太郎，徳岡，除，国武(1941)，菅原(1943)，Cooper (1941)，Harmer & Benne (1889) Russel (1945)，Holt volk (1945)，Jones & Orton (1877)，Shelton (1889)，Barnette (1925)，Garner (1931)，Johnson (1924) 等その他多くにより，既に報告されている所であり，更に之等の一部の人は，之が原因は酵素活力の賦活にある（原田……）と報告しているが，本実験に関する限り，之が事実は認められておらず，前記 Baslavskaja，Garner の説を支持した．

然し之等事実は，何れも特に稀薄なる点を記録していない．従つて之が伸育に際しては，かかる現象があらわれているかも知れない．一般には，単体の酵素特に Dyastase 利用による反応に於ては，明らかに賦活作用が認められているので（鈴木等 1941），体内に塩類の存在が認められている以上，或いは起り得る状態が見出されるかもしれない．

此の点，筆者等は，所謂細胞生理 (Cell Physiology) の一面として究明し，塩害の機構を各面より明にすべく，実験を続行中である．

摘　　要

（1） 小麦品種農林52号を用ひ，その発芽及び発芽直後の生育に及ぼす塩類の影響を調査した．

（2） 発芽率，発芽吸水率は，濃度の増大と共に，ほぼ直線的減少をたどり，塩と等張な糖液についても，大略同様な結果を示した．然し比較的高濃度では，その後の生育に於て，塩に比し，糖は僅に良好な結果を認めた．

（3） 海水利用は，食塩単用に比し，幼根の伸長は良好である．

（4） Indigocarmine 染色法に依ると，塩の比較的高濃度に於ては，活力の減退が著しかつた．

（5） 体内酵素活力，例へば Amylase，Peroxydase も亦た，塩の濃度の増大と共に，直線的減少をたどつた．低濃度の塩溶液が，酵素の賦活作用をなす事については，本実験では特に認められなかつた．

参　考　文　献

（1） Tunmann D. (1913) : Pflanzen mikrochemie

（2） 近藤萬太郎．(1927) : 種子の発芽生理一班　農学研究 Vol. 11.

（3） 山崎守正．(1929) : 小麦及び大麦品種の塩素酸加里に対する抗毒性の変異及び相関現象　農試彙報 Vol 1. No. 2.

（4） Garner W.W. and al. (1930) : Rôle of chlorine in nutrition and growth of the tobacco plant and its effect on the quality of the cured leaf. J Agr. Res. Vol. 40.

（5） 長谷川孝三 (1932) : 種子の発芽力検定に生体染色の應用　林学会雑誌 Vol. 14.

（6） 山羽儀兵 (1933) : 一般細胞学

（7） ———— (1934) : 透過性と生体染色

（8） Baslavskaja S. S. (1936) : Influence of the chloride ion on the content of carbohydrates in potato leaves. Plant physiol. Vol. 11. No. 4.

（9） 中富貞夫 (1936) : 棉種子に於ける Peroxydase と発芽との関係　日．作．紀．Vol. 8. No. 3.

(10) 徳岡松雄，除水泉，国武芳郎 (1941) : 海水の肥効に関する研究　日．土．肥．雜．Vol 15. No. 7.

(11) 鈴木梅太郎 (1941) : 植物生理化学

(12) Frank, M. Eaton (1942) : Toxicity and accumulaion of chiloride and sulfate salt in plants. J. Agr. Res. Vol. 64.

(13) 榎本中衛，長井保 (1942)：棉の発根に於ける耐塩性の種間差異並に無機塩類の細胞内容に與へる影響（第一報）日．作．紀．Vol 14. No. 1.

(14) Hoagland D. R. (1948) : Lecture on the inorganic nutrition of plant.

(15) Gilberat H. (1949) : Commercial fertilizer

(16) Hayward H. E. & Wadleigh C. H. (1949) : Plant growth on saline and alkali soil. (Advances in Agronomy)

(17) 土井彌太郎 (1950)：作物の根毛に於ける原形質流動に関する研究　農試報告

(18) 岩城，太田，赤松，加戸 (1951)：水稲の塩害に関する研究（第一報）岡山農専論文集

(19) 岩城，太田，(1951)：同上（第二報）日．作．紀．Vol. 21. No. 1～2.

(20) 岩城，太田，小合，(1952)：同上（第三報）岡山大学学術報告　Vol. 1.

(21) ，——，——，(1952)：同上（第四報）日．作．紀．

Summary

(1) Authors tested the influences of NaCl solutions upon the germination and the growth of seedlings of wheat, having used a local variety named "Norin No. 52".

(2) The decrease of both germination percentages and water uptake was proportional with the increase of concentrations of the solutions. In regards to glucose solutions, having the osmotic pressure equal to NaCl solutions, they were parallel to the results obtained with NaCl solutions. But in cases of higher concentrations, seedlings in NaCl solutions grew poorer than those in glucose solutions.

(3) In the case of sea-water, the growth of young roots was larger than in NaCl solutions.

(4) A staining test by Indigocarmine showed a striking decrease of vitality in cases of higher NaCl concentrations.

(5) Reduction of the activities of enzymes, both amylase and peroxydase, was observed to be the similar to the results described in (2). It was not found as far as this experiment concerned that lower NaCl concentrations promoted enzyme actions.

メロンの栽培に関する研究[1)]

II. 果実の発育について

益田忠雄・小寺正史

Studies on cultivation of the Melon (*Cumis Melo* L.)

II. On the development of fruits

Tadao MASUDA and Masashi KODERA

1. 緒　言

メロンの栽培に於て果実の成熟前に灌水量を減少する事の果実の品質に及ぼす影響に就いては1951年度に実験を行い第一報として発表した．

実験結果として糖含量，風味の点に於ては優れたのであるが，果実の重量，果肉の厚さに於て劣つたので，早期に灌水量を減少せしめる事は栽培上善くないと考へられる．

本実験は果実の発育状態を調査する事によつて灌水量減少（水切りと呼ぶ）の適時期及び果実発育期の灌水量，追肥の適期を知る前提として Earls Favourite, Honey Dew の二品種を用いて行つたのであるが調査個体数の少いうらみがあるも大体の傾向を知り得たので報告する次第である．

2. 實驗材料

a）栽培概要：4月25日に箱播きしたものを本葉一枚の折5月8日に定植した．栽植距離，整枝，施肥，灌水量については第一報に詳記せる要項と同様に取扱つた．

b）品種：Earls Favourite は当教室で採種したもの．Honey Dew はアメリカより入つたものを用いた．

3. 實驗方法

a）果実の肥大について

Earls Favourite は6月5日に11—13節に開花したもの16果を選び，Honey Dew は6月24日に開花したもの10果を選んで5日目毎に縦横径をカリパーを用いて計つた．

b）果実重量の増加及び果肉の厚さの増加について

果実重は供試両品種共に11—13節に着果したものを5日目毎に5果採集して計り，果肉の厚さは中央部を縦断し両側3ケ所を計つて平均とした．

c）糖分含量の測定

供試両品種共に11—13節に着果したものを5日目毎に5果採集し Henry Lane 氏法により測定した．

(1) 第一報は岡山大学農学部学術報告第一号：メロン熟期に於ける水分操作の効果について

(2) Earls Favourite の実験結果は第一報に発表せるものを再記した

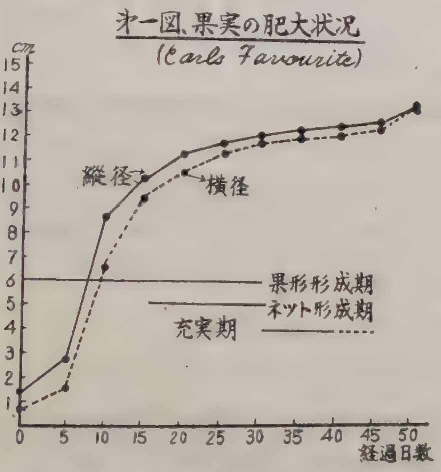
4. 實　驗　結　果

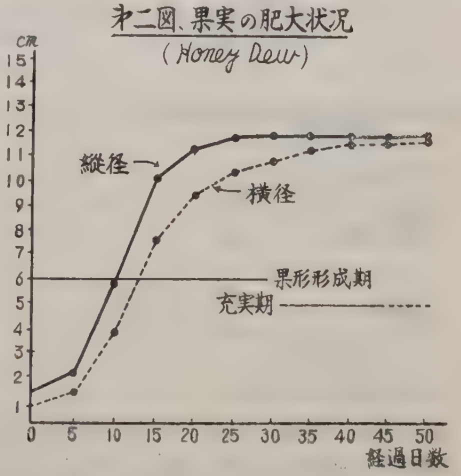
a) 果 実 の 肥 大

Earls Favourite[2] に於ては第一表及び第一図に示す如く開花後5日目頃より縦横径共に急激に肥大を始め10日目より20日目の10日間に於て特に著しく，縦径は10日目に於て収穫時の64%，20日目85%となり，横径は10日目70%，20日目80%に達して，30日目に至れば縦径90%，横径88%と果形は完成された状態に近くなる．

第一表　果　実　の　肥　大

品種		経過日数 開花日	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	備考
Earls Favourite	縦径	1.39cm	2.76	8.54	10.43	11.39	11.87	12.12	12.37	12.69	12.77	13.37	16果平均
		10%	21	64	77	85	89	90	93	95	96	100	
	横径	0.84cm	1.61	6.70	9.41	10.68	11.31	11.85	12.02	12.20	12.53	13.42	
		6%	12	50	70	80	84	88	90	91	93	100	
Honey Dew	縦径	1.46cm	2.08	5.86	10.11	11.33	11.81	11.83	11.85	11.85	11.87	11.91	10果平均
		12%	17	49	80	91	99	99	99	99	100	100	
	横径	0.88cm	1.29	3.78	7.60	9.43	10.37	10.84	11.38	11.67	11.76	11.83	
		7%	11	32	64	80	91	92	96	99	99	100	





Honey Dew に於ても第一表及び第二図に示す如く開花後5日目頃より肥大は急激に始まり，10日目より20日目の10日間には殊に顯著で縦径は10日目49%，20日目91%，横径は10日目32%，20日目80%となり，30日を経過すれば縦径99%，横径92%と収穫時に変らなくなつて来る．

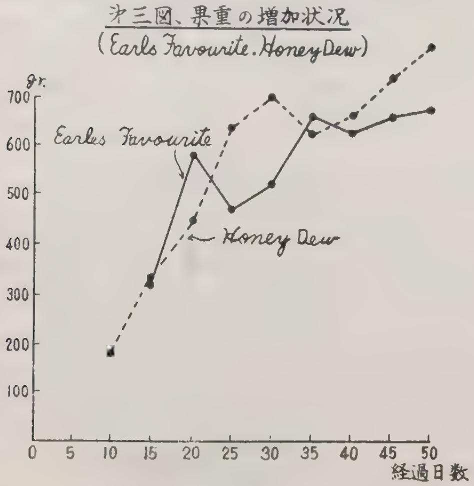
又両品種の同一傾向として縦径の発達は横径に比べて急速である．

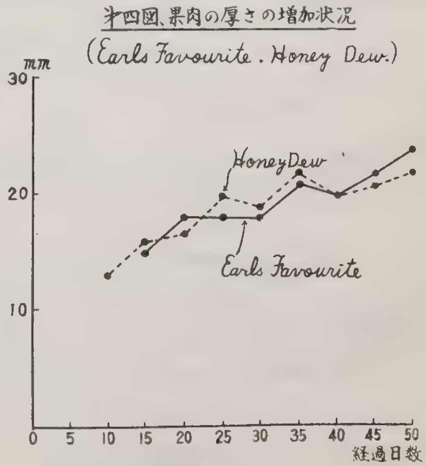
b) 果実重量の増加

第二表及び第三図に示す如く調査数の少なかかつた関係上大体の傾向しか見られないが，両品種共に開花後10日目より30日目の20日間に増加が著しく，然も Earls Favourite は Honey Dew の45日目で収穫時の91%に対して35日目に至れば98%とほとんど収穫時の重量と等しくなる．

第二表 果重の増加

品種＼経過日数		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	備考
Earls Favourite	—gr.	—	316	578	468	523	662	635	660	675		5果平均
	—%	—	47	81	69	77	98	94	98	100		
Honey Dew	—gr.	176	329	447	635	701	628	664	740	814		5果平均
	—%	22	40	55	78	86	77	82	91	100		





第三表 果肉の厚さの増加

品種＼経過日数		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	備考
Earls Favourite	—cm	—	1.5	1.8	1.8	1.8	2.1	2.0	2.2	2.4		5果平均
	—%	—	63	75	75	75	88	83	92	100		
Honey Dew	—cm	1.3	1.6	1.7	2.0	1.9	2.2	2.0	2.1	2.2		5果平均
	—%	59	73	77	91	86	100	91	95	100		

c）果肉の厚さの増加

第三表及び第四図に示す如く両品種共に果実発育の前半期に著しい．Earls Favourite に於ては20日目で収穫時の75%に達して居るが，50日目の厚さ 2.4 cm が急激に増加して居るのは材料の誤差と思われるから，20日目には収穫時にもつと近い状態になり，35日目に至れば大体収穫時に大差が無くなるものと考へられる．

Honey Dew に於ても20日目には77%，25日目には91%と極度に増加して Earls Favourite よりも早く収穫時の厚さに達して居る．

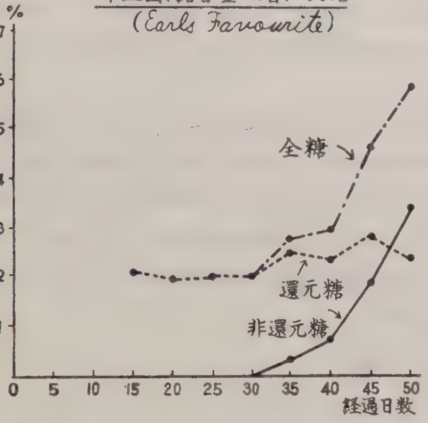
d）糖含量の増加

Earls Favourite に於ては第四表及び第五図に示す如く，還元糖は30日迄は一定で30日目を過ぎて増加し45日目より減少して居るも略々一定である．之に対し非還元糖は30日目迄は全く認められず35日目に至つて僅か0.38%現れ，其後急速度に増加し50日目には3.36%に達した．

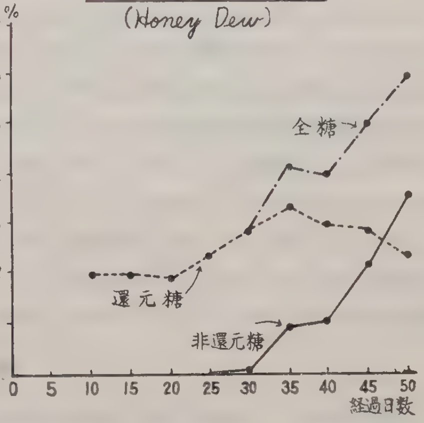
第四表　糖　含　量　の　増　加

品種	糖の種類＼経過日数	10	15	20	25	30	35	40	45	50	備考
Earls Favourite	還元糖	—%	2.06	1.94	1.94	1.99	2.50	2.34	2.84	2.42	5果平均
	非還元糖	—%	0	0	0	0	0.38	0.74	1.78	3.36	
	全糖	—%	2.06	1.94	1.94	1.99	2.88	3.08	4.62	5.78	
Honey Dew	還元糖	2.01%	2.02	1.9	2.27	2.70	3.30	2.99	2.80	2.44	5果平均
	非還元糖	0%	0	0	0	0.06	0.89	1.04	2.19	3.49	
	全糖	2.01%	2.02	1.9	2.27	2.76	4.19	4.03	4.99	5.93	

オ五図、糖含量の増加状況
(Earls Favourite)

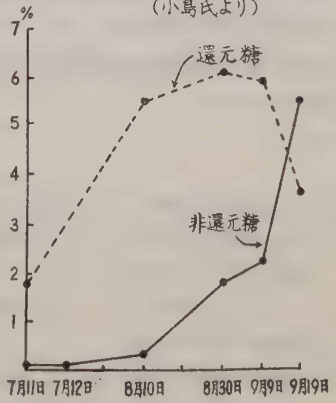


オ六図、糖含量の増加状況
(Honey Dew)



Honey Dew に於ては第4表及び第6図に示す如く還元糖は20日迄は一定にして後35日目迄は増加し其後減少して居るも全体として大差を示さない，之に対し，非還元糖は25日目迄は認められず30日目に0.06%と僅かに認められて其後急激に増加して50日目には3.49%に達した．

オ七図、日本梨の糖含量の季節的変化
(小島氏より)



5. 考　　察

果実の肥大生長に関する研究は木村博士の詳細な研究があり，Carter's Earls Favorite では縦径，横径の肥大は開花後4日目頃より始まり極点は9 mmの日変化を示し開花後10日頃に起ると報告せられて居る．本実験に於ても同様な結果を示し両品種共に開花後5日目頃より縦横径共に急速に始まつて開花後30日目にはほとんど収穫時の果形に近く完成されて来る．

果重の増加も両品種共に果実の肥大と大体同一傾向を示して居るが Earls Favourite は開花後35日目にもなると収穫時の重量とほぼ等しくなり其の後の増加は僅少であるも，Honey Dew に於ては Earls Favourite より多少緩やかに見られるが，之は横径の肥大が晩れる為と思われる．

果肉の厚さの増加も果実の肥大，果重の増加と同様に早く始まり両品種共に開花後30日位で収穫時に近く，其後増加は認められるも緩やかである．此の事は前実験の水切り区と多量区の果肉

の厚さの差が 0.22cm の僅少であつた事と併せて果実の発育後期に於ける果重の増加は果肉の厚さの増加によるよりも，むしろ，種子の充実によるものの方が多いと考へられ，水切り区の種子が灌水多量区よりも不充実であつた事によつてもうなづかれる

果実の食味を支配する非還元糖は発育前半に全く認められず，開花後30日目頃より現れて後急速に増加して居るが，開花後20日間は曇天降雨多くして晴天が5日間しか無く，然も開花後15日目より20日目の5日間には，晴天が一日も無かつた事を考へると天候に恵まれればもう少し早目に現れるのではないかとも想像される．此の非還元糖，還元糖の増減カーブは小島氏の日本梨果実に於ける実験と大体同一傾向を示して居る．(第7図)

結局メロン果実の果形，重量，果肉の厚さは果実発育期間の初めの間に定まるものであり，其後の充実は認められるも，極めて僅かであるから，此の期間の栽培管理が収量を支配する事になる．

然しながら，糖含量，芳香は果実発育の前期によるものではなくして，後期の日照，肥料の種類，灌水量によつて支配せられると考へられるから，熟期を梅雨期に持つて行く栽培は日照，灌水技術の点で優れた果実の収穫は期待出来ない．

前実験に於ては果実成熟前の水切りが果重，果肉の厚さの点に悪い結果を生じたが，本実験によつて甚しい悪影響になり得ない事が分つた．又水切り開始期は，果肉の厚さ゛果重の増加が果形の肥大に併ひネツトの発現も又之に併つて居るから，ネツトを生ずる Earls Favourite はネツト完了後に行ひ，生じない Honey Dew は果形完了後に行つても善い様に考へられるも，植物を萎凋係数に近づける水切り開始期が余りにも早いと，果実の品質を害ふ様に考へられるから，開始時期及期間に就いては更に実験を進めるつもりである．

6. 摘　　　要

1）本実験はメロン果実の肥大狀況を調査した．

2）果実の肥大，果重の増加，果肉の厚さの増加は開花後約30日間に最も著しく，30日目頃には収穫時の果実に略々近くなつた．

3）果実の還元糖は発育期間中大差が無いが，非還元糖は開花後約30日たつて生じ，収穫時迄急激に増加した．

参　考　文　献

(1) 木村光雄 (1946)：マスクメロン果実の肥大生長について京大園芸研究集録 3：250

(2) 高木輝治 (1939)：メロンの葉面積が其の発育器官並に果実に及ぼす影響について (第一報) 園芸学会雑誌 10 (2)：198

(3) ――― (1940)：メロンの葉面積が其の発育器官並に果実に及ぼす影響について (第二報) 園芸学会雑誌 11 (4)：436

(4) 伊藤半右衛門，北原増雄，松原弘道 (1934)：胡瓜の茎葉及び果実の生長に併ふ化学的成分の変化に就て，農及園 9―(12)：2583―2591

(5) 益田忠雄，小寺正史，秋田史郎 (1952)：メロン熟期に於ける水分操作の効果に就て (第一報) 岡山大学農学部学術報告第一号：26―32

(6) 小島博 (1933)：梨果の発育と化学成分の変化に就て (第一報) 日本農芸化学雑誌 9：498―504

(7) ――― (1933)：梨果の発育と化学成分の変化に就て (第二報) 日本農芸化学雑誌 9：504―510

Summary

(1) This experiment was carried out to study on the growth of the melon (*Cucumis Melo* L.).

(2) The growth in diameter of fruits and the increase in weight and in thickness of pulp were most rapid within thiry days after flowering.

The growth of diameter, the weight and the thickness of pulp attain to nearly those at the time of harvest about thirty days after flowering.

(3) The reducing sugar in the pulp was nearly constant during the period of developement, but the non-reducing sugar appeard about thity days after flowering and increased rapidily until harvest.

Iris 類のモグリバエ2種について

(双翅目農園芸害虫の分類及び生活史の研究　第2報)

小　泉　憲　治

Notes on the two Iris-mining *Dizygomyza* from Japan, with description of a new species. (Diptera, Agromyzidae).

(Taxonomy and bionomics of Dipterous pests for farm and garden in Japan. II)

Kenji KOIZUMI

わが国で *Iris* 類の葉に潜葉加害するモグリバエに関しては，さきに駒村氏 (1933) がアヤメノハモグリバイ *Anthomyia* sp. として簡単に形態及び習性を記し，松岡氏 (1952) がこれを引用しているのが見られるが，其後これらに関して検討したものを見ない．筆者は昭和24年，山形縣米沢市において同市内各所の *Iris* 類が2種のモグリバエ科 (*Agromyzidae*) のものによつて潜葉加害されているのを観察し，これ等を調査したところ，その葉尖部に潜葉するものは本邦未記録の *Dizygomyza iraeos* R.-D. であり，他の根際部に潜葉するものは同じく *Dizygomyza* 属の新しい種類であることが分つた．

本報にはこれら2種の形態の記載及び加害習性の概要を報ずる．

御指導並びに本文の閲読を賜つた春川忠吉教授及び寄生蜂類同定の労をとられた九州大学安松京三博士に厚く御礼申し述べる．

I. *Dizygomyza* (*Dizygomyza*) *iraeos* (Robineau-Desvoidy, 1851)

アヤメハモグリバエ (駒村，1933)

(第1図及び第2図，1—8)

山形縣米沢市で得た各個体は Hendel (1931), Hering (1927) 及び de Meijere (1925) 等が詳記しているヨーロツパのものとよく一致する，ただ幼虫の前気門の気門数が比較的少く12—15開口で，後気門突起の3指状分枝の長さの割合で内側の最長枝が他の2枝の長さに比して長く，成虫の腹節後縁がせまくはあるが黄色に縁どられる個体が多い点などは異とするところである．

駒村氏 (1933) が記したアヤメノハモグリバイ *Authomyia* sp. は，その被害図や加害習性などから推して本種と考へられるので和名はこれを採ることとした．

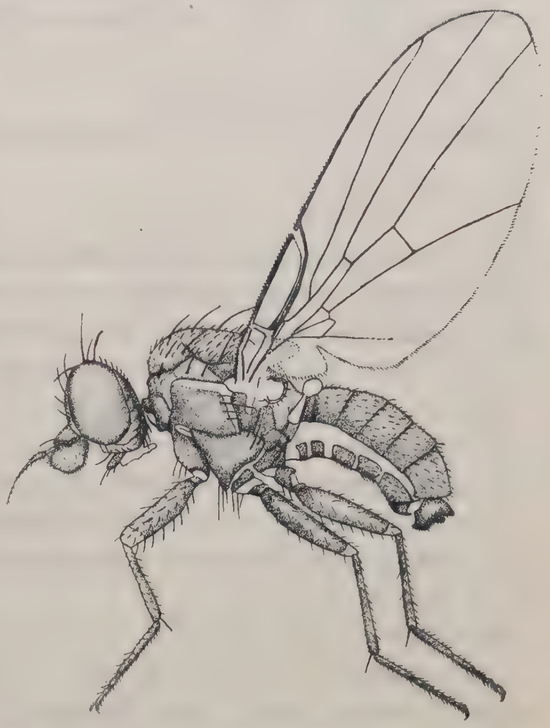
1. 形態の記載

A. 成　虫 (第1図).

♂: 体長，1.9mm. 翅長，2mm.

頭部：額巾は複眼巾の1.8倍，額長の1.8倍，額面の眼縁は平行，額帯は額側板の2.5倍；半月板は大型扁平で半円形，頂部は平坦でその巾は額帯の巾よりやや広い，その頂点は触角基部と前単眼間の1/2の高さにあり，1.ori の線より僅に上方にある；単眼三角区は僅か隆起し丸味を帯びた三角形狀でその上縁の巾は額巾の1/2，単眼の上方の2個間の間隔は額巾の1/4；顔面の眼縁は平行するが中央以下ではその巾をやや広げる；触角溝は深いが中隆起は著しくない；頭

Fig. 1. *Dizygomyza* (*Dizygomyza*) *iraeos* R.-D.
アヤメハモグリバエ　成虫，♂



部を側面より見て額は眼縁と平行し，僅かに眼縁より出るのみで，触角基部で突出するようなことはない，頭頂も眼縁より少し隆起するのみである，頰は複眼高の1/5，複眼の縦径は横径よりやや長くその比は11：8；頭部刺毛の配列は，*ors* 2本，*ori* 2本で，*ors* は共に上向し少し外方に向く，1.*ori* は内向し少し上方に向ひ，2.*ori* は内向し水平である，眼縁毛は1列で 2.*ors* の個処より下方 2.*ori* の下にわたつて約8本あり全べて上向する，*oc* は 1.*ori* に達す，*vi* はよく発達，*pm* は3—4本あり；色彩は額帯は黒色の地にうすく褐色粉を被り全く光沢を欠く，額側板は黒色で褐色に密に被粉する，単眼三角区は黒色でやや光沢あり，半月板は黒色の地に密に白色微粉を被り灰白色に見える，顔面は黒色で被粉せず，頰は黒色の地に密に褐色に被粉す，後頭部は黒色で被粉せず，複眼は裸形で生時は赤紫色.
触角は複眼の高さの中央にあり，両触角間の間かくはその部の複眼間の巾の1/3，第2節の上面は前方に延長し，第3節は膨大し丸味のある方形で長さより巾が広くその比は6：7，第3節長は複眼の横径の1/2，第3節の全面にやや長い白色軟毛を密生する，触角刺毛は第3節長の2倍で基方1/3は太くなる，全長に粗に微刺毛を生ず，第1節及び第2節は黒褐色で，第2節は灰白粉をうすく被る，第3節は黒色；口吻は普通形で黄白色；小腮鬚は普通形で黒色，末端に3—4本のやや長い刺毛あり.

胸部：胸部刺毛の配列，*dc.* は1＋3で，1.*dc* は *prs* の線に 3.*dc* は *sa* の線にあり，*acr* は不規則な配列で密生し 1.*dc*—2 *dc* 間では8—9列が認められるが 3.*dc*—4.*dc* 間では4列に減ずる．*dc* と *sa* 間にも5列の毛列が認められる，*prsc* は明瞭，1 *h*, 2 *n*, 1 *ia*, 1 *sa*, 及び 2 *pa* を存す，側板では *pp* は明瞭で強く，中胸側板の後縁には後方に向う1本の強刺毛とこれに3—4本の弱刺毛がともなう，下胸側板には上方に向う1本の強刺毛とこれに2—3本の弱刺毛がともなう；胸背板及び小楯板は黒色の地にうすく灰青色粉を被り光沢はない，胸側板は黒色で被粉せず鈍い光沢を有す，脊側板は黒褐色，中胸側板の上縁はせまく，後縁はやや広く黄色，翅側板の前縁，翅基部及び鱗状片の下縁も黄色となる.

腹部：卵形で，第6節は第5節より僅に長い，各節の表面に粗に黒色刺毛を有し，節後縁のものは他より長く，各節は黒褐色で光沢があり，節の後縁は極めてせまく黄色の縁があるが全くこれを欠く個体もある；Hypopygyium は光沢なき黒色.

脚：中脛節後面に刺なし，各肢は光沢ある黒色で各腿節の先端部は黄色，前肢では脛節の基部も黄色，跗節は淡色となり褐色に見える.

翅：翅端は r_5 と m_{1+2} の中間にあり，縁脈比は II : III : IV = 5 : 1.6 : 1，*cu* の *m-cu* を境とする前部と後部の比は 12 : 13，*r-m* は中室のほぼ中央にあり，*m-cu* は *r-m* の 2.6 倍，翅は透明で縁脈は黒褐色，他の脈は淡色で翅基部では黄色となる；鱗状片は淡白色，縁は淡黄色，縁毛は白色；平均棍は黄色.

♀：体長，2.0mm. 翅長，2.5mm.

触角第3節は♂のように膨大せず，普通形で表面の微毛も粗である，産卵管の基節は光沢ある黒色，他は♂に等しい.

B. 幼　　虫（第2図，1―5）

乳白色，第3令幼虫の体長，4.2mm. 体巾，0.9mm；前気門突起（第2図，2）は0.04mm程体面より突出し，その頂は巾0.08mm 程扇状にひらき12―15の気門が1列に開口する，気門突起の柄部は白色，頂部は淡黄色，左右の気門突起は相接近する；後気門突起（第2図，3―4）は0.13mm 程体面より突出し，ここに3個の指状突起が分枝し，内側の分枝が最も長く外側の分枝が最も短い，各分枝の先端に気門が開口する，指状突起は淡褐色を呈す；口鈎は黒色で全長0.45mm，大顎（第2図，5）の長さは 0.08mm で先端に2歯を有す；頭部の感覚板の上方は円丘状に隆起し表面に先端が僅か鈎状に曲つた軟毛を密生する；胸部第1節の下面には2個の肉質突起があり，前方のものは0.06mm，後方のものは 0.13mm 程度体面より隆起する；体節間の腹刺（Ambulatory setulae）は顕著.

C：蛹（第2図，6―7）

蛹殼は赤褐色，体長，2.2mm. 体巾，1.2mm. 体高，0.8mm；円味を帯びた俵状で，上下面はやや扁平，体節間のくびれは極めて僅かである；前気門突起は体の前端中央にあり左右相接し，体面より 0.05mm 程突出す；後気門突起は体の後端上面の円形隆起上に左右共に位置し 0.06 mm 程度これより突出している；気門突起の構造は幼虫のそれとほぼ同様である.

2. 分　　布

本種の分布に関しては山形縣米沢市（1949，VI―VII，採集及び飼育）以外に積極的には調査を行つていないので不明であるが，駒村氏（1933）のものは東京での観察かと思はれる. 京都市（1950）及び岡山市（1952）で若干調査したが未だえていない，しかし不充分な調査であつてその存否は決めがたく，ただ余り多くないことは確かなようである. Hendel (1931) はスカンヂナビヤ，ロシヤ，オランダ，ドイツ，オーストリヤ，フランスを挙げ，Theobald (1907) はイギリスでの被害を報じている.

3. 加害習性及び天敵

A. 寄主植物及び加害部位.

ハナショウブ　*Iris ensata* THUNBERG var *hortensis* MAKINO et NEMOTO*
ア　ヤ　メ　*Iris Nertchinskia* LODDIGES
キショウブ　*Iris pseudacorus* LINNAEUS
イチハツ　*Iris tectorum* MAXIMOWICZ
ヒアフギ　*Belamcanda chinensis* LEMAN

において観察したが，この他の近縁種にも加害することと思はれる，ヒアフギには概して少く，また発生の多いハナショウブの附近にあつたシヤガ *Iris japonica* THUNBERG を調査する機会があつたが発生は認められなかつた.

---

* 植物の学名は本田正次（1939）：日本植物名彙による.

中部及び北部ヨーロッパでは寄主として *Iris pseudacorus, foetida, foetissima,* 及び *gigantea* が知られ，例外的にガマ *Typha latifolia* よりの記録があるのは異とするところである．

加害部位は葉尖部の 30cm 程の間に限られ顯著な白色の潜道を残し，発生が多いと全葉がほとんど白くなり大いに美観を害するものである．

B. 産　　卵

葉尖部の葉端より 15--20cm 程の葉面中央部附近に最も多く，葉尖や葉縁には極めて少ない，表皮下に産卵する．

C. 潜　　型（第2図，8）

太い線状潜型で，平行せる葉脈に沿つて潜行する傾向があるので線は直線状をなし，全長は 150—210mm 程度で，最大部の巾は 3—4 mm で一般に産卵部より一度葉尖に向けて 10--20mm ほど潜行し，次いで逆に基部に向けて下るものが多く，潜行は産卵された側の葉面に限り，他側に転移する場合はない．潜道は白色で甚だよく目立つ．一潜道には常に一幼虫であるが，発生の多い葉では各潜道が合一して数頭が見られる．

D. 排泄物の配置

1 令期には潜道中に不規則に極く小量排泄するが，潜道の大部分をしめる 3 令期には全く排泄しないので全体として潜道は全く空で美しい潜道となる．

老熟した幼虫の消化管中には多量の黒色の排泄物が充満しているのが見られ，蛹化前になると

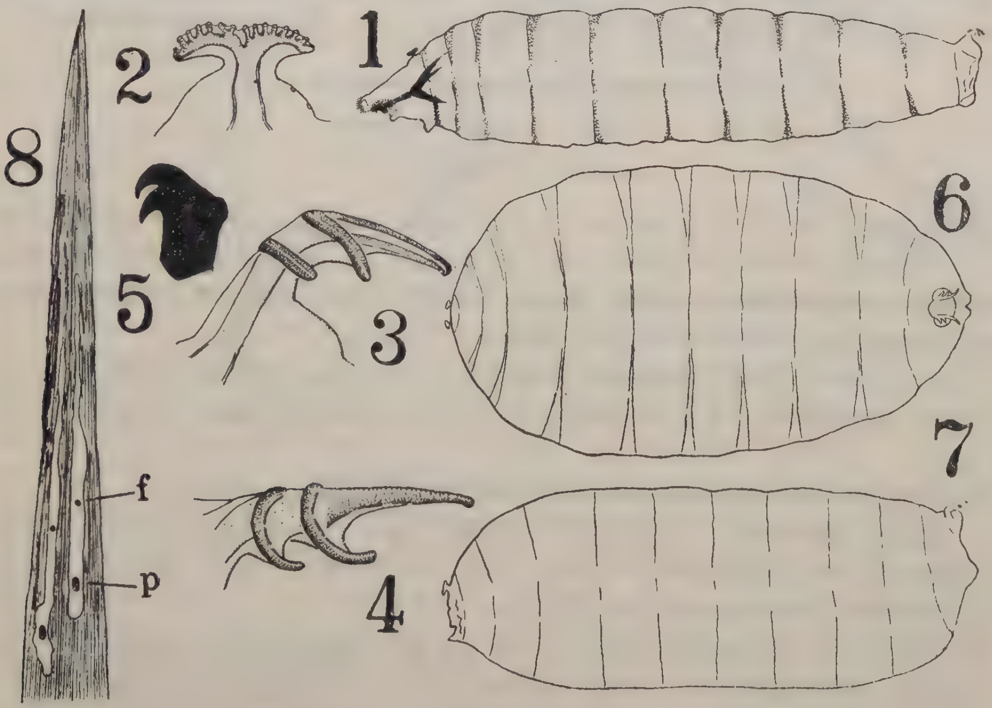


Fig. 2. *Dizygomyza (Dizygomyza) iraeos* R.-D.

アヤメハモグリバエ

1. 幼虫，側面，　2. 幼虫前氣門，側面　3. 幼虫後氣門，側面　4. 幼虫後氣門，上面

5. 大顎　6. 蛹，上面　7. 蛹，側面　8. 被害葉（f—排泄物　p—蛹）

これを一塊として潜道中に排泄する，これは径 1.5—2mm 位の黒色円形塊状となり甚だ特徴的である.

E. 蛹　　化

潜道中に化蛹する．蛹化前の排泄をした位置より 1.5—50mm 程離れて行い，腹面を表皮面に向けて下向している，両気門突起とも表皮面に出すことはない．

F. 経　　過

観察を欠くが VI月上旬より VII月下旬にわたつて各態のものが見られる，VII月下旬にはその世代の終りとみられ，発生が少くなり，寄生蜂類の寄生率が非常に高くなり，Iris 類の葉も乾燥気味となる．駒村氏（1933）は年数回発生で幼虫はV月中下旬に出現し，VI月上旬化蛹，VI月中下旬羽化と記している（恐らく東京の観察と思はれる）．中部ヨーロッパではV．VI月とIX．X月の2回発生で，蛹で越冬することが報ぜられている．

G. 天　　　敵

4種の寄生蜂が本種の蛹より羽化した．

①．コマユバチ科（*Braconidae*）の *Dacnusa* sp. が1蛹より1頭羽化する，寄生率は最も高い．

②．ヒメコバチ科（*Eulophidae*）の *Tetrastichus* sp. が1蛹より4—5頭羽化する，寄生率は低い．

③．ヒメコバチ科（*Eulophidae*）の *Pleurotropis* sp. が1蛹より1頭羽化する，寄生率は低い．

④．ヒメコバチ科（*Eulophidae*）の1種がやはり1蛹より1頭羽化する，寄生率は低い．

II. *Dizygomyza* (*Dizygomyza*) *iridicola* sp. nov.

ヒメアヤメハモグリバエ（新称）

（第3図及び第4図，1—8）

本種は Iris のモグリバエであるが *acr* は4列で，従来知られた Iris のモグリバエの *iraeos-iridis* グループには入らず *Carex* や *Juncus* のモグリバエである *morosa-luctuosa* のグループに入り，*D. morosa*（Meigen, 1830）に近似し，特に蛹の形態では *Dizygomyza* 亜属中で特異の形態で知られる *morosa* 型を示す，*morosa* との相違は次の如くである．

①．額巾は眼巾の 2.4倍；半月板の頂点位置は低く．触角基部と前単眼間の 1/3 で，1.*ori* の線にあり；額帯は黄色味が強い；頬は広く眼高の 1/4—1/5；頭頂部の眼縁よりの突出状態は著しくない．

②．胸部の黄色部の範囲は *morosa* var *suturalis* Hendel（1931）の型に属する．

③．縁脈比は II：III：IV＝5：1.8：1で，IIはIIIの3倍でしかない；*cu* の *m-cu* を境とする前部と後部では，明らかに前部が長くて後部の 1.3倍；*r-m* は中室上で中央より後方にあり．

④．脚は前肢の腿節先端及び脛節基部のみ黄色．

⑤．幼虫及び蛹の前気門の開口はより多く 14—15 開口；後気門突起の3指状分枝の基方の2枝は最長枝の基部を輪状にまくことなく，最長枝に密着してこれをゆるくかこむ程度である．

⑥．習性の点は寄主植物を異にするので比較は困難ではあるが，*morosa* が *Carex* 類の葉の主として中央部附近の高さの所に潜り，その潜道も短かいのに対し，本種では *Iris* の葉の白色をした葉鞘の部分で根際部より 20cm 位の間に限られてをり，潜道も長い点などは注目されるところである．

1. 形態の記載

A. 成　虫（第3図）．

♂：体長，1.66mm.

翅長，1.8mm.

Fig. 3. *Dizygomyza* (*Dizygomyza*) *iridicola* sp. nov.

ヒメアヤメハモグリバエ　成虫，♂

頭部：額巾は複眼巾の2.4倍，額長の2倍，額面の眼縁はほぼ平行であるが下方に向け僅に巾を広げる，額側板は明瞭で額巾の 1/4；半月板は大型扁平で半円形，巾は額帯の巾よりやや広く，その頂点は触角基部と前単眼間の1/3の高さにあり，1.*ori* の線にある；単眼三角区は隆起し丸味を帯びた三角形状でその上縁の巾はその部の額巾の1/2，単眼の上方2個間の間かくはその部の額巾の1/4；顔面の眼縁は平行で上下の巾は等しい，触角溝は深いが中隆起は著しくない；頭部を側面より見て額は触角基部で顯著に突出し，頭頂は眼縁よりやや隆起するのみ；頰は眼高の1/4--1/5；複眼は裸形で縦径は横径よりやや長くその比は6:5；頭部刺毛の配列は *ors* 2本，*ori* 2本で，*ors* は共に上向し僅に外方に向く，1.*ori* は内向しつつ上向し，2.*ori* は内向しつつ下向する，眼縁毛は1列で 1.*ors* と 2.*ors* の中間より 2.*ori* の下方にわたつて約7本あり全べて上向する，*oc* の先端は 2.*ors* に達す，*vi* はよく発達し，*pm* は3—4本あり；色彩は額帯は黄褐色でやや黒色を帯び全く光沢を欠く，額側板は黒褐色の地に灰青色に被粉する，この被粉は眼縁部で特に著しい，単眼三角区は黒色でやや光沢あり，半月板は濁黄色で触角間の部分のみ黒色を帯び全面に白色粉を被る，顔面は黄褐色で触角溝は黒色，頰は黒色の地に褐色に被粉す，後頭部は一様に黒色，複眼は生時に赤紫色で綠色の反射光がある；触角は複眼の高さの中央にあり，両触間の間かくはその部の複眼間の間かくの1/3，第2節の上縁は前方に長く延長し，第3節は膨大し大型でその長さと巾はほぼ等しく丸味を帯びた方形を呈す，第3節の全面にやや長い白色軟毛を密生す，触角刺毛は第3節長の2.3倍で基方1/3は太く全長に微刺を粗生する，第1節は黄色，第2節は濁褐色，第3節は黒色；口吻は普通形で黄白色；小腮鬚は普通形で黒色，末端に3—4本の長刺毛あり．

胸部：胸部刺毛の配列は，*dc* は1＋3で，1.*dc* は *prs* の線より前方に，3.*dc* は *sa* の線よりはるか前方に位置す；*acr* は4列で 1.*dc* の前方より 3. *dc* と 4. *dc* の中間迄は整然と列ぶ

が 4.*dc* の前方ではやや不規則となり列を2列に減ずる，*dc* と *sa* 間には2列の，*sa* 線上に1列の微刺あり；*prsc* は弱く *acr* の2倍長である；1 *h*, 2 *n*, 1 *ia*, 1 *sa*, 及び 2 *pa* を存す；側板では *pp* は明瞭，中胸側板の後縁に後方に向う1強刺毛とこれに2－3本の弱刺毛がともない，下胸側板には上方に向う1強刺毛とこれに3－4本弱刺毛がともなう；胸背板及び小楯板は黒色の地に灰青色に密に被粉し，胸側板は黒色で光沢を有し，中胸側板に僅に灰白粉を被粉する；肩板の後半分，脊側板の下縁，中胸側板の後縁，翅側板の前縁，翅基部及び鱗状片の下縁は黄色.

腹部：卵形で第6節は第5節の1.7倍，各節表面に黒色小刺毛を有し節後縁のものは他よりやや長い；褐色味の強い黒褐色で光沢があり，節後縁は黄色で第5，第6節ではその巾せまく，第2，第3節では最も広く節の側面も黄色となる；Hypopygium は光沢なき黒色で白色微毛を生ず.

脚：中脛節後面に微刺なし，各肢各節とも光沢のある黒色で，前肢の腿節の先端と脛節の基部は黄色，中肢と後肢では腿節先端の上面のみ僅に黄色となる.

翅：翅端は m_{1+2} に接してあり，縁脈比は II : III : IV＝5 : 1.8 : 1，*cu* の *m-cu* を境とする前部と後部は明瞭に前部が長く後部の1.3倍，中室上の *r-m* の位置は中央より後方にあり *r-m* を境とする前部と後部の比は 5 : 3，*m-cu* は *r-m* の2.6倍；翅は透明で，縁脈は黒褐色，他の脈は淡褐色で翅基部では黄色；鱗状片は淡白色，縁は淡黄色，縁毛は白色；平均棍は黄色.

♀：体長，1.8mm. 翅長，2.0mm.

触角は♂のように膨大することなく普通形，第3節の微毛は粗である，腹節後縁の黄色部は♂に比してはるかに少く第4－6腹節では極めてせまく黄色，第2－3腹節では巾広く第2節では側面にも広がる，産卵管の基節は光沢ある黒色，その他は♂に等しい.

B. 幼　虫（第4図，1－5）

乳白色，第3令幼虫の体長，3.5mm. 体巾，0.7mm；前気門突起（第4図，2）は0.04mm程体面より突出し頂は巾0.08mm程に扇状に広き14—16の気門が1列に開口する，気門突起の柄部は白色，頂部は淡褐色，左右の気門突起は相接近する；後気門突起（第4図，3－4）は0.17mm程体面より突出しここに3個の指状突起が分枝するが，各指状分枝は分離することなく内側の最長の指状突起に密着しこれをかこんでいる，各指状突起は褐色で，その先方はゆるく鈎状に曲り先端に気門が開口する，左右の気門突起の基部は合一する；口鈎は黒色で全長は0.5mm，大顎（第4図，5）の長さは0.08mmで先端に2歯とこの下方に欠刻をへだてて1歯がある；頭部の感覚板の上方は円丘状に隆起し表面に先端が僅か鈎状に曲つた軟毛を密生する；胸部第1節の下面には2個の肉質突起があり，前方のものは0.02mm程，後方のものは0.05mm程体面より隆起する；体節間の腹刺（Ambulatory setulae）は顕著.

C：蛹（第4図，6－7）

蛹殻は淡黄褐色半透明で中の蛹体を透視し得る，体長，2mm. 最大部の体巾，0.9mm. 最大部の体高，0.6mm.；体巾は第3腹節附近で最も広く後方に向け巾をせばめる，上下に扁平で第2腹節で最も厚く後方に向け厚さを減ずる；節間のくびれは顕著で特徴的である；前気門突起は左右相接し体の前端中央に0.05mm程度突出す；後気門突起は体の後端上面の円形隆起上に左右とも位置し0.1mm程度これより突出する；気門突起の構造は幼虫のそれとほぼ同様.

分布：日本（本州）

Holotype：1♂；23，VII，1949，山形縣米沢市，小泉採集. Allotopotype：1♀；同上.

Paratopotypes：4 ♂♂ 6 ♀♀；10，Ⅶ—28，Ⅶ，1949，同上．標本は岡山大学農学部に保管．

2．加害習性及び天敵

A．寄主植物及び加害部位

ハナショウブ *Iris ensata* THUNBERG var. *hortensis* MAKINO et NEMOTO で観察したのみで他種について積極的には調査していないが近縁種には寄生するものと思はれる．加害部位は根際より20cm ばかりの白色の葉鞘部に多く，一般に目立たないので観賞上よりして前種ほどには問題に

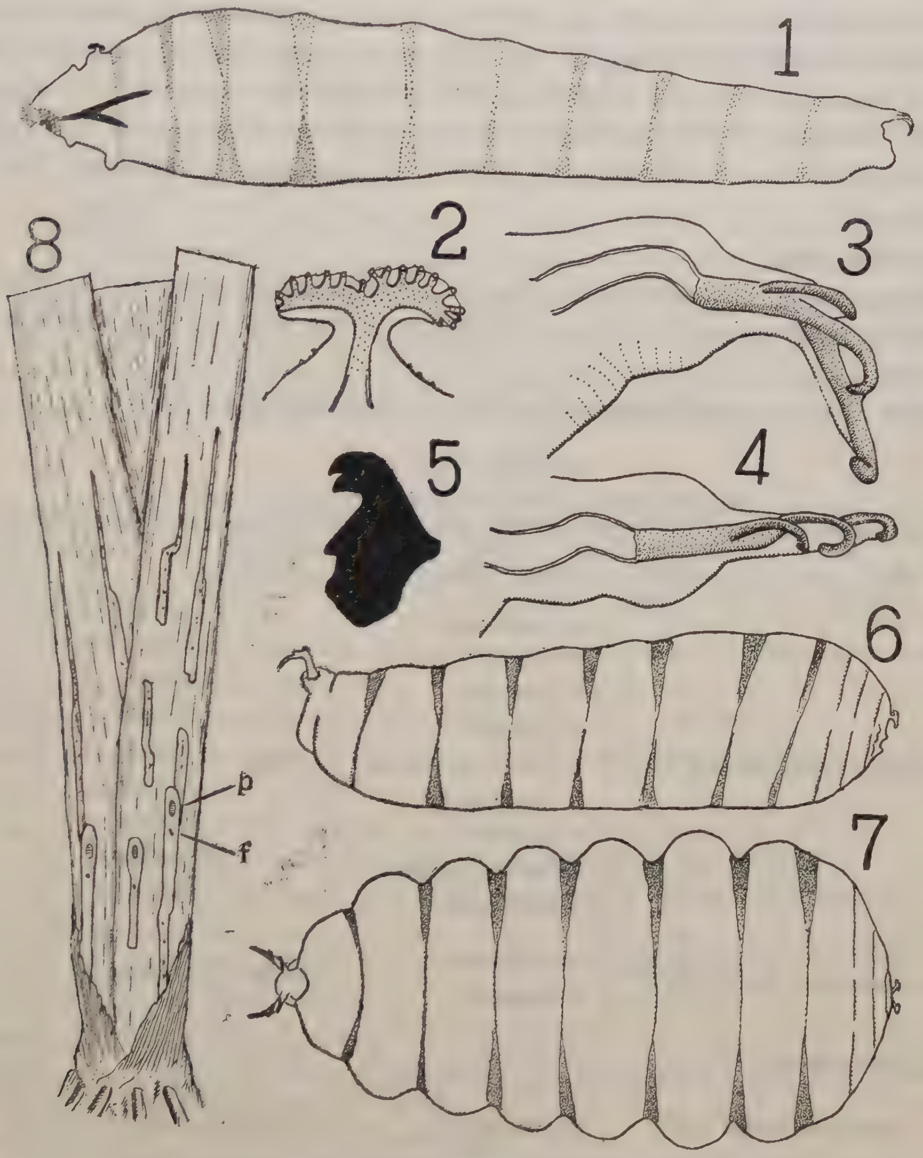


Fig. 4. *Dizygomyza* (*Dizygomyza*) *iridicola* sp. nov.

ヒメアヤメハモグリバエ

1．幼虫，側面，　2．幼虫前氣門，側面　3．幼虫後氣門，側面　4．幼虫後氣門，上面
5．大顎　6．蛹，側面　7．蛹，上面　8．被害葉（f—排泄物　p—蛹）

ならないと考へられる.

B. 産　　卵

上記の葉鞘の脊の部分に多く，表皮下に産卵する.

C. 潜　　型（第4図，8）

細い線状潜型で，平行した葉脈間を潜行するのでその巾も1葉脈間ないし2葉脈間の巾にほぼ等しくなり蛹化前にはその巾がやや広まり1.5—2.5mm 程となる，産卵部より下方に向け表皮下を潜行し根際部に達するとまた上向して潜行する，全潜道の長さは135—204mm 程度である，潜行過程中には表面より内面に転移し，更に表面に現れたり，重なりあつている各葉鞘の外層の葉より内層の葉に移つたりするので潜道は表面より見て断続して見える場合が多い，潜道は葉鞘の地色とほぼ同様の白色でその表皮は浮上つている．1潜道には常に1幼虫であるが，1葉鞘上に多数が潜行しているので特に根際部ではこれ等が合一して数頭の幼虫や蛹が相接して見られることがある.

D. 排泄物の配置.

潜道の中央に黒色で小型塊状のものを3mm 位の等間かく的に点々と排泄するが，断続する，蛹化前には他よりやや大型のものをまとめて塊状に排泄するが前種のそれの如く顯著ではない.

E. 蛹　　化

潜道中に化蛹する，腹面を表皮面に向け上向している，両気門突起とも表皮面上に出すことはない.

第1表　既知アヤメ科（*Iridaceae*）のモグリバエの一覧

種名	寄主植物名	潜型	分布	文献
1. *iraeos* (Rov.-Desvoidy, 1851)	*Iris pseudacorus* *I, foetida* *I. foetissima* *I. gigantea* *I. ensata* var *hortensis* *I. Nertchinskia* *I. fectorum* *Belamcanda chinensis* *Typha latifolia*	linear	Scandinavia Russia Holland Austria Germany France England. Japan.	2.* 3. 5. 6. 8. 9. 10. 11. 13. 14. 16.
2. *magnicornis* (Loew, 1869)**	*Iris versicolor* *I. Kaempferi*	linear	N. America	1. 3. 4. 6. 12. 17.
3. *iridis* Hendel (1927)	*Iris foetida*	blotch	Italy	6. 7. 8. 15. 18.
4. *iridophaga* Hendel (1931)	*Iris pseudacorus*	linear	France	8.
5. *iridicola* Koizumi (1953)	*Iris ensata* var *hortensis*	linear	Japan	

※ 数字はⅣの文献表の番号を示す.

※※ しばしば用ひられた *laterella* Zett. は誤用.

F. 経　　過

観察を欠くが，前種より出現はおそく，VI月中旬よりVII月上旬にわつて各態のものが見られる．中部ヨーロッパで *Carex* や *Juncus* に潜葉する数種の近似種の場合では年1回の世代であることが知られている．

G. 天　　敵

2種の寄生蜂が蛹より羽化した．

①．コマユバチ科 (*Braconidae*) の *Dacnusa* sp. が1蛹より1頭羽化する，寄生率は高く，*D. iraeos* R.-D. に寄生するものと同一種である，北米で *Iris* に潜葉する *Dizygomyza magnicornis* (Loew)〔本種に近い〕には *Dacnusa ilidicola* Gahan が寄生することが知られている．

②．ヒメコバチ科 (*Eulophidae*) の *Pleurotropis* sp. が1蛹より1頭羽化する，寄生率は低い．

III. 附　　記

これ迄に記録されているアヤメ科 (*Iridaceae*) のモグリバエは全べて *Dizygomyza* 属の *Dizygomyza* 亜属のものに限られてをり，これら各種も *D. iraeos* の唯一の例外を除いては全べてアヤメ科 (*Iridaceae*) に食性を限定し他科の植物には寄生していない．次に今回のものを含めてこれらを一覧すれば第1表の如くである，この他に *Iris* 類の水面下に生ずる葉にはユスリカ科 (*Tendipedidae*) のものが潜葉する，*Tendipes, Cricotopus.* 及び *Tanytassus* に属する4種がヨーロッパより知られているが，わが国よりは未だこのような例は報ぜられていない．

IV. 主要参照文献

(1) Claassen, P. W. (1918): Observation on the life history and biology of *Agromyza laterella* Zetterstedt. Ann. Ent. Soc. Amer., **11**: 9—16. Pl. I—II.

(2) Frauenfeld, G. V. (1868): Beitrag zur Kennfnis der Insekten-Metamorphosen. Verh. zool. bot. Ges. Wien, **1868**: 163.

(3) Frost, S. W. (1924): A study of the leaf-mining Diptera of North America. Mem. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta., No. **78**: 1—228.

(4) Frost, S. W. and others (1928): *Leaf-minig Insects* (Baltimore) p. 231—278.

(5) Hendel, F. (1920): Die paläarktischen Agromyziden (Diptera), Prodromus einer monographie. Arch. f. Naturg., **84**, A (7): 130—132.

(6) ——— (1926): *Blattminenkunde Europas I. Die Dipterenminen.* (Wien) p. 32—54.

(7) ——— (1927): Beitrage zur systematik der Agromyziden. Zool. Anz., **69**: 253.

(8) ——— (1931—1936): *Die Fliegen der paläarktischen region. 59. Agromyzidae,* (Stuttgart) p. 17—22, 83—93, 556—559.

(9) Hering, M. (1926): Minenstudien VII. Zeit. Ökol. Morph. Tiere, **5**: 472—485.

(10) ——— (1927): *Die Tierwelt Dentschlands. I. Agromyzidae.* (Jena) p. 38—59.

(11) 駒村作次郎 (1933): 花卉の害虫 (東京) p. 169—170, Fig. 49.

(12) Malloch, J. R. (1913): A revision of the species in *Agromyza* Fallen. and *Cerodonta* Rondani. (Diptera). Ann. Ent. Soc. Amer., **6**: 269—340.

(13) 松岡喜惣治 (1952): 花卉庭木の害虫とその防除 (京都) p. 44.

(14) de Meijere, J. Ch. (1925): Die larven der Agromyzinen. I. Tijdschr. v. Ent., **68**: 266. Fig. 38.

(15) ——— (1926): Die larven der Agromyzinen. II. Tijdschr. v. Ent., **69**: 267. Fig. 39.

(16) Theobald. F. V. (1907): *Report on econmic Zoology, for year ending Aprilst 1 st,* 1907. (London); p. 129,

(17) THOMPSON, M. T. (1907) : Three galls made by Cyclorrhaphous flies. Psyche 14 : 74. 3 figs.
(18) VENTURI, F. (1946) : Note biologishe sulla *Dizygomyza iridis* Hendel (Diptera, Agromyzidae). Boll. Ist. Ent. Bologna, 15 : 203—216. 6 figs.

Résumé

In summer of 1949, at Yonezawa City, Yamagata Prefecture, northern part of Honshu, Japan, the writer observed some garden flowers of *Iridaceae* were infested by two Agromyzid flies.

After careful examination of these flies, it is conclued that one is *Dizygomyza iraeos* R.-D. and the other is a new species of the same genus.

The descriptions of adult and immature forms and some biological notes of these flies are reported in this paper.

1. *Dizygomyza* (*Dizygomyza*) *iraeos* (Robineau-Desvoidy, 1851)

(Fig. 1. Adult, male Fig. 2. 1.Larva. lateral aspect. 2.Anterior spiracle of larva, lateral aspect. 3.Posterior spiracle of larva, lateral aspect. 4.do., dorsal aspect. 5.Mouth hook of larva. 6.Pupa, dorsal aspect. 7.do., lateral aspect. 8.Mining on leaf. (f.-Frass. p.-Pupa).).

This is the first record of this species from our faunal region. The Japanese forms agree with some European descriptions such as HENDEL (1931), HERING (1927), de MEIJERE (1925) and others in morphology and biology, but in adult (Fig. 1) some specimens has very narrow yellow margin on each abdominal segments and in larva the numder of stigmatal slits of anterior spiracles (Fig. 2. 2.) is rather small, being 12—15 openings; the inner finger like branch of posterior spiracles (Fig. 2. 3—4) is relatively longer than the outer two branches in comparison with de MEIJERE's figure.

The host-plants* observed are ;— *Iris ensata* THUNBERG var *hortensis* MAKINO et NEMOTO, *Iris Nertchinskia* LODDIGES, *Iris pseudacorus* LINNAEUS, *Iris tectorum* MAXIMOWICZ and *Belamcanda chinensis* LEMAN,

The following four Hymenopterous parasits** emerged from pupae of this fly : *Dacnusa* sp. (*Braconidae*), *Tetrastichus* sp. (*Eulophidae*), *Pleurotropis* sp. (*Eulophidae*) and an unidentfied species of *Eulophidae*; and among these the *Dacnusa* sp. is the predominent species and the number of the other three Chalchid wasps are rather small.

Specimens examined: Many males and females; VI—VII, 1949, Yonezawa. Yamagata Pref.

2. *Dizygomyza* (*Dizygomyza*) *iridicola* sp. nov.

(Fig. 3. Adult, male. Fig. 4. 1.Larva, lateral aspect. 2.Anterior spiracle of larva, lateral aspect. 3.Posterior spiracle of larva, lateral aspect. 4.do., dorsal

* The scientific names of plant are according to HONDA, M (1939) : Nomina Plantarum Japonicarum.

** Determined by Dr. Keizo Yasumatsu of the Kiushu University.

aspect. 5. Mouth hook of larva. 6. Pupa, lateral aspect. 7. do., dorsal aspect.
8. Mining on leaf. (f.-Frass. p.-Pupa).).

This new species has a broad front, male possessing enlarged antennae, four rows of *acr* and yellow abdomen. From these characters it is evident that this species belongs to the group of *morosa-luctuosa*, and comes near to *morosa* (Meingen, 1830) in several features both in adult and in immature forms, especialy the pupal form is the peculiar *morosa*-type.

The characters which differ from *morosa* are as follows :—

1). Front 2.4 times broader than either eye; top of frontal lunule reaches at the 1/3 height between antennae and fore ocelli, also is the line between paired 1.*ori*; frontalia is more deep yellow in colour than *morosa*; cheeks 1/4—1/5 eye height; vertex not prominent from eye margin as in *morosa*.

2). Costal index is II : III : IV = 5 : 1.8 : 1; former section of *cu* 1.3 times longer than later section; *r-m* behind the middle of discal cell.

3). The tip of femora and the basal part of tibia only the fore legs are yellow.

4). In larva the stigmatal slits of anterior spiracles (Fig. 4. 2) have 14—15 openings; and of three branches in the posterior spiracles (Fig. 4. 3—4) the outer two do not form rings around the inner longest branch, but they closely attach and slightly twist around it.

Male (Fig. 3)……Body 1.6mm., wing 1.8mm.,

Head : Front 2.4 times broader than width of either eye, 2 times broader than its length, side parallel, but slightly broaden foreward; parafrontals 1/4 width of front; frontal lunule large, flat, semicircular, its top location is explaind in above diagnosis (1); distance between latter two ocellus is 1/4 frontal width; eye-margins in face are parallel; antennal grooves are rather deep but middle keel is not prominent; in profile of head the front distnctly shoot forward at the base of antennae; cheeks 1/4—1/5 eye hight; chaetotaxy of head is usual type of this group, orbital hairs minute, about seven in number and erect dorsad, arranged in a single row from above the 2. *ors* down to the 2.*ori*; antennae large in size, the front part of 2nd segment projecting slightly, the 3rd segment distinctly enlarged with numerous minute white hairs all over the segment; arista 2.3 times longer than the 3rd segment; colourations of head, frontalia yellowish dark brown, parafrotals brownish black with greyish dusting, ocellar triangle black and slightly shiny, frontal lunule dark yellow, a part between either antennae black; face yellowish brown, antennal grooves black; cheeks black with brownish dusting; occiput black; the 1st segment of antennae yellow, the 2nd dark brown, the 3rd black; compund eye reddish brown; palpi ordinarly, black; proboscis normal type, whitish yellow.

Thorax : Chaetotaxy of thorax is as usual of this group; 1.*dc* before the line between paired *prsu*, 3.*dc* far before the line between paired *sa*; four rows of *acr*; mesonotum and scutellum black with dense greyish dusting; yellowish parts of side of thrax are as in *morosa* var *suturalis* Hendel (1931).

Abdomen : The 6th segment 1.7 times longer than the 5th; brownish black, the yellowish regions of each segments are as in *morosa*; hypopigium black with numerous minute whitish hairs.

Legs : Middle tibia without distinct bristles on posterior surface; subshiny black, in fore legs the tip of femora and basal part of tibia are yellow, in middle and hind legs upper sufaces of tip

of femora are slightly yellow.

Wings : Wing tip is near the m_{1+2}, *m-cu* 2.6 times longer than *r-m*; basal part of thick veins pale yellow, other features of venation are cited in the diagnosis (2) given above; halters yellow; calypteres and fringes white.

Female.……Body 1.8mm., wing 2.0mm.

Similar to male but antennae normal in form and size; basal segment of ovipositer brilliant black.

Larva. (Fig. 4. 1—5).……Length 3.5mm., width 0.7mm., in 3rd inster. Creamy white in colur; the anterior spiracles (Fig. 4. 2) prominent, fan shaped, closely approximated to one another; the posterior spiracles (Fig. 4. 3—4) united to each other at base; the appearance of stigmatale slits of either spiracles are as mentioned in diagnosis (4); mouth hooks (Fig. 4. 5) are 0.08mm. in length, with three dentes, two of which are at the tip and one apart from it; the top of head with numerous rather long hairs the tips of which are sightly hooked; the ventral side of the first thoracic segment with two fleshy lobes; ambulatory setulae are prominent.

Puparium. (Fig. 4. 6—7).……Length 2mm., width 0.9mm., thickness 0.6mm. The colur of the puparium is light yellowish brown and transparent; intersegmental constriction deep and quite visidle; the two anterior spiracles approaching each other on center of anterior end, the posterior spiracles situated on round protuberance which rises on upper posterior end of body; the stigmatal appearance of each spiracles are like those in larva.

Habitat : Japan (Honshu).

Holotype : 1♂; 23, VII, 1949, Yonezawa, Yamagata Pref. **Allotopotype** : 1♀; 23, VII, 1949. **Paratopotypes** : 4♂♂6♀♀; 10, VII—28, VII, 1949.

Type-specimens : K. Koizumi leg., deposited in the Entomological Laboratory of Okayama University.

Biological notes ;-

Host-plant……*Iris ensata* Thunberg var *hortensis* Makino et Nemoto

Mine. (Fig. 4. 8)……The mine is observed mainly on the lower part of the leaf, which is the whitish colour in the *Iris*. The type of the mine linear enlarging slightly as the larva proceeds downward and increaces its size. The larva migrates from the upper to the lower side of the leaf, thus the mine becomes an interrueted one when seen from one surface. It works downward and inward, readily passing from one leaf to an adjacent leaf. The average length of the mine is about 135—204mm. long. The colour of the mine is white, and not plainly seen because the part of the host plant is white. A single larva occupies a single mine throghout the entire larval stage.

Frass.……Indistinct line of small spots on the central line of the mine is recognised.

Pupation.……Within the mine. Neither the anterior nor the posterior spiracles project through the epidelmis of the leaf.

Parasite.……A *Dacnusa* sp. (*Braconidae*) and a *Pleurotropis* sp. (*Eulophidae*) emerged from the pupae; the former is the predominant parasite and is the same species as that of *iraëos* R.-D.

保温紙及びビニール布の育苗効果に関する研究

I. 保温紙の物理的性質に関する研究（第1報）
II. 保温紙の品質が苗の成育に及ぼす影響について（第2報）

志茂山貞二・高宮　実

On the nursery effect of oil-paper and vinyl-cloth covering on the paddy rice seedling

I. On some physical qualities of oil-paper and vinyl-cloth for nursery use.

II. The influence of quality of oil-paper and vinyl-cloth covering nursery bed on the growth of paddy rice seedling.

Teiji SHIMOYAMA and Minoru TAKAMIYA

I. 保温紙の物理的性質に關する研究（第1報）

最近急速に普及しつつある保温折衷苗代は，山間部のみならず一般平坦部に於ても保温育苗のの効果が認められて来た．それと相俟つて保温用紙の種類も徒々多きを加えてゐるが，これ等の製品の内には保温効果並に耐久力等に欠くものもあると聞くので，普及奨励上これ等の品質を比較検討する必要を生じた．本調査は筆者が京都府立農業試験場に於て昭和26年以來実施し，現在尚継続中のものであるが，玆にその一部を報告する．本調査を実施するに当つて進んで材料を提供された大洋興業社，親和事業社，三善製紙並に各社製紙の蒐集提供に努力せられたタキイ種苗会社に対し深甚なる感謝の意を表する．

1. 實 驗 方 法

保温紙（塩化ビニール布その他保温用として利用せられてゐるものを総称す．以下単に保温紙と呼ぶ）の物理的性質は育苗効果並に耐久力に密接な関係があることは謂うまでもない．従つて本調査に於ては各社製品別に使用前のものと，使用後のものに就いて，その強度（破裂抵抗力，引裂抵抗力），透熱性，保温性，通気性，耐水性，耐泥性，通光性及品質の変化等に就いて調査した．

(1) 強　　度

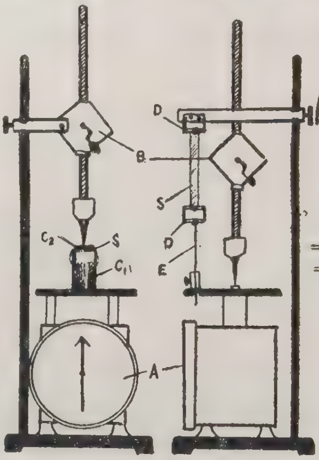
a 破裂抵抗力

強度の測定はミュレンの破裂度試験器に拠るべきであるが，之が入手出来なかつたので，筆者は次の破裂度試験器を作り，その代用とした．その装置は第1図に示す如く，微動式螺旋器と高さ7 cm. 内径1.5cm. の外筒及び之に挿入すべきゴム円筒（外径1.13cm. 面積1cm²）よりなつてゐる．本装置に依り破裂度を測定するには，予めこの外筒に6 cm²に剪断しておいた保温紙を固定した後，3kg 用自動秤の台上に載せ，保温紙の中心に正しく内円筒を当てがい，之を螺旋器で圧縮して，保温紙の破裂する瞬間の自動秤の読みを kg で表わした．

b 引 裂 抵 抗 力

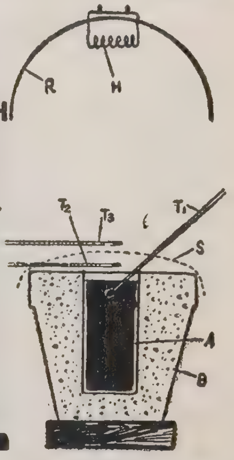
引裂抵抗力の測定には第2図の如く，自動秤，微動式螺旋器及び紙留め器よりなる装置を用いた．紙留め器は上端を支台腕木に固定し，下端は自動秤に連結するようにしてある．供試用紙は予め縦横別に 20×1.5cm. の大きさの長方形に裁断して置き，その両端を紙留め器に固定した後20gr. の錘をかけて自然緊張せしめた後，自動秤に固定した．自動秤は螺旋器を以つて徐々に圧縮して次第に保温紙を緊張せしめ保温紙が切断した時の自動秤の読みを kg で表はし，引裂抵抗力とした．

第1図　破裂抵抗力試験装置　　第2図　引裂抵抗力試験装置



備考　A自動秤，B微動螺旋器，G外円筒，c2 内円筒，S供試用紙，D紙留器，E鋼線

第3図　透熱性並に保温性測定装置



備考　A黒色ポット，B保温鉢，S供試用紙，T_1 ～T^3 寒暖計，H熱線，R反射器

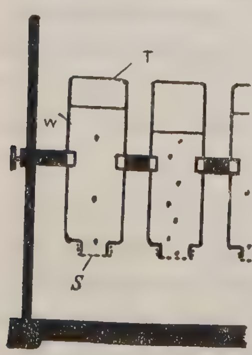
(2) 透　熱　性

透熱性は第3図の如く直径10cm. 高さ15cm. の黒色ポットに泥土2.4kg を入れ．之を直径21.5cm，高さ 19cm の植木鉢の中に納め，その周囲及び底部には籾殻を充填して外気温の影響を少くしたものを用いた．測定に当つては先づ保温紙をポット上面に密着固定した後，数時間実験室内に放置し，土壌温度及保温紙直下の気温が略々室内の気温に等しくなつた頃を見計ひ測定を開始した．尚予め土壌中 3cm. のところに挿入した寒暖計に依り地温を，土壌と保温紙の中間に挿入した寒暖計に依り覆下の気温を，更に保温紙の直上に置きたる寒暖計に依り与えた熱量並に外気温を測定することにした．熱源には500W の反射式電熱器を用ひ紙上25cm. 離れた所において供試鉢を加熱し15分後各点の温度の変化を測定した．即ち保温紙直上の寒暖計で与えた熱量を，覆下の寒暖計で透熱量を，地中の寒暖計で，地温上昇の程度を表はすことにした．

(3) 保 温 効 果

保温効果の調査は前記透熱性の測定を行つたポットを加熱後室内で放冷し断熱後の温度変化を各点に就いて10分毎6回観測した．

第4図　通気性装定装置



備考　T廣口瓶(30c.c.容)，S供試用紙，W蒸溜水(20c.c.)

(4) 通　気　性

通気性の測定は第4図の如く容量30c.c.の広口瓶に20c.c. の水を入れ，之に保温紙をかぶせ気密にした後，瓶を倒立して気泡の滲透に委せ，27日目に残存水量を測定した．

又通気性を測定したと同じ硝子瓶に 20c.c. の水を入れ，55°C の定温乾燥器中にて一昼夜加熱した後取り出し残存水量を秤量して蒸発水量とした．尚加熱中随時保温紙の裏面に附着する露の多少を記録した．

(5) 耐　水　性

保温紙を2ケ月間汚水中に放置した後，取り出し，水洗して紙質の変化を観察した．但し実験開始期日に間に合はなかつたものに就いては耐泥性検定の結果を参考にした．

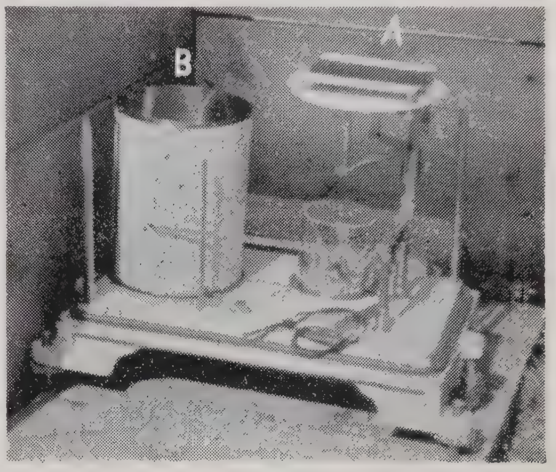
(6) 耐　泥　性

木箱（高さ30cm. 巾10cm. 長さ15cm.）の中に泥土をつめ，常に飽水状態に保ちたるものに縦4cm. 横3cm. に截断した保温紙を半分挿入し，25日間放置した後取り出し，水洗して泥にあつた部分の変質度を調査した.

(7) 通　光　性

昭和26年度に於ては，第5図のロビツチ日射計を用い，受光板上8cmの高さに保温紙を張り，更にその上方10cmの処に40Wの白熱電球を点じ，与えた光熱量を記録せしめた. 又野外に於て太陽光線を用いて同様の観察を試みた. 昭和27年度に於ては，ロビツチ日射計の受光板上10cmの高さに保温紙を，更にその上方30cmに500W白熱電球を点じて行つた. 又之とは別に硝子板に保温紙を張りつけ，印画紙(Hinode No. 3)を用い，光源150Wの下20cmの間隔で3秒間焼きつけ，Methyl-hydroにて1分10秒間現像し，その濃度に依り通光性を比較した.

第5図　ロビツチ日射計



備考　A受光熱板　B自記装置

2. 實 驗 材 料

実験に供した保温紙は次の12種で各社の提供に係るものであるが，その名称は省略する. 併し，これを大別すれば，塩化ビニール布3種，和紙にビニール液を塗布したもの1種，メラミン樹脂加工紙1種，油紙6種で，別に参考のためビニール液を新聞紙に塗布したものを用いた. 調査に当り使用前のまだ新しいものと使用後の汚染又は変質したものに就いて全様な調査を繰返した. これは使用中の品質変化を調査する必要があつたからで. 更に強度に関しては水湿状態のもの及び苛性加里1%溶液に1時間浸漬したものに就いても行つた.

供試用紙（布）を一覧にすれば次の通りである.

実験番号	種別	備考
1	塩化ビニール布	透明，厚さ0.05mm 薄手
2	〃	梨地厚さ0.10mm 厚手
3	〃	透明厚さ0.10mm 厚手
4	ビニール塗紙	和紙に塩化ビニール液を塗布したもの，白色光沢を有す厚手
5（参考）	ビニール液新聞塗紙	新聞紙に塩化ビニール液を3回塗布す
6（標準）	油塗紙	黄褐色を呈し，光沢少し，和紙に類す稍厚手
7	〃	淡黄褐色を呈し，油分多し，和紙に類す稍薄手
8	〃	黄褐色を呈し，稍光沢あり，和紙に類す，稍厚手
9	〃	黄色を呈し，透明度高く，光沢あり，洋紙，薄手
10	〃	黄褐色を呈し稍，光沢あり，和紙厚手
11	メラミン樹脂加工紙	淡黄色を呈し透明度高く，光沢あり，洋紙，極薄手
12（参考）	油塗紙	昭和26年度一般に普及せしもの，黄褐色を呈し，光沢少し洋紙，稍厚手

3. 實驗結果及論議

1) 強　度

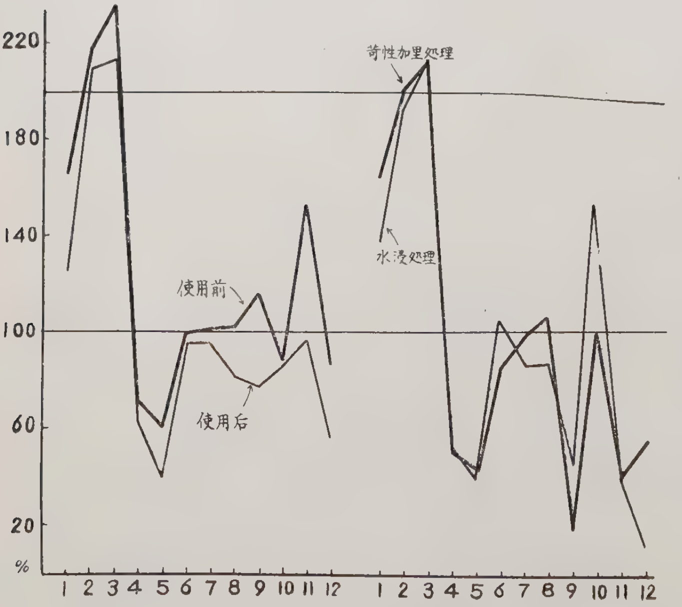
a 破裂抵抗力

保温紙の強度は主として製紙原料，特に製紙法の良否に基くものであるが，更に之に加工した油の種類及び量にも関係があると考えられてゐる．従来の保温紙は主として和紙に塗油したものが多かつたが，最近洋紙を用い又は樹脂等で加工したものも現はれてゐる．併し要は使用期間中風雨に耐え保温の目的を達し得らるればよい訳で標準規格では0.6～1.0kg 以上，水湿状態で0.3 kg 以上あれば充分とされ特に強度の高いものは要求されてゐない．

第１表　破裂抵抗力試験成績（５回平均）

供試番号	使用前のもの		使用後のもの		苛性加里処理のもの		一晝夜浸水せるもの	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
1	1,965	167.6	1,452	124.1	1,880	160.8	1,600	136.9
2	2,550	218.0	2,450	209.5	2,399	200.0	2,250	192.4
3	2,760	236.0	2,500	213.8	2,490	212.4	2,500	213.8
4	845	72.2	740	63.2	600	51.3	620	53.0
5	707	60.4	452	38.7	500	42.8	480	41.1
※ 6	1,170	100.0	1,128	96.5	1,000	85.5	1,225	104.6
7	1,200	102.6	1,125	96.2	1,125	96.2	1,000	85.5
8	1,190	101.8	1,030	81.8	1,250	106.8	1,015	86.8
9	1,370	117.1	907	77.5	213	18.2	525	44.8
10	1,030	88.2	1,000	85.5	1,165	99.6	1,550	154.9
11	1,550	154.9	1,130	96.7	455	38.9	450	38.4
12	1,013	86.7	650	55.6	635	54.3	120	10.2

第６図　破裂抵抗力の差異



使用前後の差異（乾燥狀態）　　苛性加里，水浸処理による差異

――使用前　――使用心のもの　　――苛性加里処理　――水浸処理

※ 使用前の油紙No.6を100とす

試験の結果は第１表，第６図に示した如く，何れも規格より高く就中塩化ビニール布は供試品中最も強靱で，苛性加里で処理したものも，水湿状態に置いたものもその強度には差が認められず使用後の古いものにも余り大きな変化は認められなかつた．この内 No. 2 及 No. 3 が特に強靱であつたのは No. 1 に較べて厚手であつたためである．併し保温布としての強度は薄手の強さで充分であるから特に厚手を選ぶ必要はない．処がビニール塗紙（No. 4）はビニール液のため紙質が著しく硬化し，強度が低く，破れ易い．特に使用後のものがひどかつた．油紙は製品に依つて多少の差が

認められ，これを大別すれば三種のものがあつた．即ち使用前後の差が著しくないもの（No. 6. 7. 8）使用前は可成り強度があるが使用後のもの又は水湿状態或は苛性加里処理に依つて著しく脆弱となるもの（No. 9）及び之と反対に使用前の強度に比し，使用後又は処理に依つて却つて強度を増すもの（No. 10）である．これ等の差を生じた原因は製紙原料や油の種類に関係があるものの如く，総じて和紙に乾性油を浸透させたと思はれるものに強いものが多かつた．併し使用後も強度の大なるものは寧ろ紙質に関係がある．メラミン樹脂加工紙（No. 11）は比較的強度も強く，使用後のものも乾燥時には使用前の強度と大差がないに拘はらず，一旦水湿状態又は苛性加里処理に遭うと著しく弱くなり，且つ使用中樹脂が溶脱して褪色し，加工の効果が早く失はれるから保温紙として余り良好なものと謂うことが出来ない．尚前年度の油紙（No. 12）は紙質，品質共に不良で使用後の強度及水湿状態又は苛性加里処理後の強度の減退が著しく耐久力に欠けてゐるので全く実用性がない．

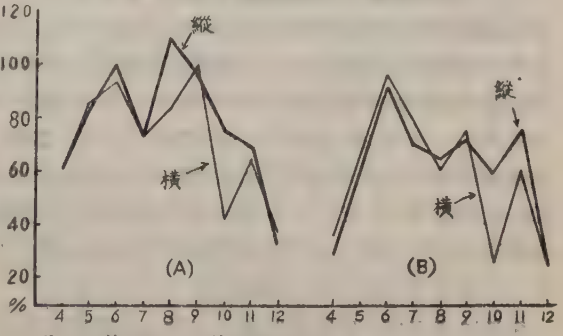
b　引裂抵抗力

引裂抵抗力は元より破裂抵抗力と相関連するものであつて，之亦製紙原料及び製紙法に関係があるが，縦横別抗張力の差は寧ろ製紙法に関係が深い様に思はれる．本調査の結果に拠れば第二表，第7図の如く，引裂抵抗力は破裂抵抗力に略々相似た関係にあるが，中には多少の例外もあつて，両者が必ずしも一致するものでない．ビニール塗紙は引裂抵抗力に於ても極めて弱く，縦横別強度の差はないが弾力性伸張性に乏しく，特に使用後のものは極めてもろい．然るにビニール液を新聞紙に塗布したものは，破裂抵抗力に於ては極めて弱く，弾力性，伸張性に乏しかつたが引裂抵抗力は可成り強く，又縦横別強度の差も認められなかつた．油紙は製品に依る差が著しく，引裂抵抗力に於ても強かつたのは No. 6 及 No. 7 で，使用前後の差及び縦横別の差も認められなかつた．併し一般には使用後のものは縦横共引裂

第2表　引裂抵抗力の差異（5回平均）

供試番号	使用前のもの				使用後のもの			
	縦		横		縦		横	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
4	1,850	61.7	1,850	61.7	880	29.4	1,000	33.4
5	2,540	84.9	2,540	84.9	—	—	—	—
※ 6	2,980	100.0	2,810	93.8	2,800	93.6	2,920	97.6
7	2,180	72.9	2,200	73.5	2,130	71.2	2,400	80.2
8	3,300	110.2	2,520	84.3	1,960	65.4	1,810	60.4
9	2,870	95.9	3,000	100.8	2,200	73.5	2,280	76.2
10	2,150	75.2	1,270	42.4	1,780	59.5	780	26.0
11	2,080	69.5	1,980	66.2	2,300	76.8	1,810	60.5
12	1,020	34.1	1,040	34.7	820	27.4	880	29.4

第7図　引裂抵抗力の差異



註　A使用前　B使用後のもの
※ 使用前の油紙 No. 6を100とす

抵抗力が使用前に劣るものが多く，就中 No. 8 は縦が59%，横が71%に減じてゐる．これは油紙の油分が使用中溶晄し，紙質の硬化劣変に由来するもので，特に No. 10 の如く使用後横の引裂抵抗力の弱くなつたものもあつて，破裂抵抗力で現はれなかつた強度の欠陥を引裂抵抗力に曝露してゐる．メラミン樹脂加工紙は本表に拠れば破裂抵抗力の如く，使用後脆弱となつた傾向は認められない．尚前年の油紙（No. 12）は供試品中最も弱く破裂抵抗力とよく似てゐる．塩化ビニール布は伸長性が著しく大で本装置では測り得なかつた．

2) 透熱性及び保温効果

a　覆下温度の消長について

保温紙の透熱性程度と保温能力は直接には覆下温度に現はれ，間接には地温を左右するから，覆下温度の日較差の大小は後述の通気性，通光性と共に育苗上大きな要素である．勿論保温目的から云つて使用期間中の変質が少く，透熱性並に保温能力が高く而も永続するものが望ましいのであるが調査の結果は第3，4表に示す通り必ずしもすべての保温紙がこの希望に副ひ得るものばかりではなかつた．大体に於て使用中の変質度の高いものは強度及び耐久力に欠くを通例とするが，透熱度に於ては時には之と一致しなかつた．例えば塩化ビニール布の如きは変質のため暗色となつて透熱度を減じたが，油紙類は変質して透明度を増し，その結果透熱性が上昇してゐる．即ち第3表の如く使用前のものではビニール塗紙（No. 4）が最大で，対標準（No. 6）比率141%を示し，メラミン樹脂加工紙（No. 11）は134%で之に次ぎ，塩化ビニール布は第三位でその比率は121%になつてゐる．之に較べると油紙はすべて劣つてゐるが，No. 9と前年度の油紙(No. 12）は125%で，ビニール布に優つてゐたことは稍意外であつた．尤も No. 9 は油紙中では最も通光性が高く，No. 12 も保存中油分の消耗が著しく透熱性が共に大となつたとは思はれるが塩化ビニール布より高くなつた理由はよく分らない．

第3表　透熱性程度の差異（2回平均）

供試番号	使用前のもの								使用後のもの							
	加熱前	加熱15分後	放熱後の温度						加熱前	加熱15分後	放熱後の温度					
			10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後			10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	22.0	76.9	34.2	29.1	27.0	26.9	2.50	24.9	22.0	69.2	33.9	27.3	25.0	24.4	24.1	23.5
2	22.0	66.9	38.0	30.5	27.5	26.6	26.1	25.6	22.0	71.5	30.4	25.3	24.6	24.3	24.0	23.3
3	22.0	71.5	36.1	28.5	26.5	26.0	25.0	24.8	22.0	66.9	27.0	25.8	24.8	24.0	23.4	22.7
4	21.0	83.6	34.7	26.2	24.9	25.5	24.7	23.9	21.2	76.5	31.5	26.4	25.0	24.2	23.7	23.1
5	21.0	63.0	34.0	28.5	27.1	26.0	25.9	25.5	21.0	69.1	27.7	25.5	24.7	24.6	24.4	23.7
6	22.0	59.2	31.9	25.6	25.1	24.4	23.9	23.5	22.0	64.5	30.0	26.7	25.3	25.0	24.0	23.5
7	22.0	68.2	30.0	25.7	24.8	24.1	22.5	22.2	22.0	80.2	33.9	26.0	25.0	24.8	24.0	23.8
8	22.0	61.8	29.1	27.6	26.6	26.1	25.5	25.2	22.0	86.3	31.7	29.2	29.0	28.8	28.0	27.0
9	21.0	73.8	40.0	29.7	24.5	24.4	23.5	23.4	22.0	63.0	27.7	25.2	22.8	22.5	22.2	22.0
10	21.0	60.5	40.0	25.5	24.4	23.8	23.4	22.0	21.0	74.2	32.0	26.0	24.8	24.2	23.4	22.8
11	21.0	79.5	46.0	30.2	27.8	26.7	26.0	24.7	21.0	63.0	33.3	26.2	25.5	24.7	24.3	23.6
12	21.0	74.0	27.6	22.8	22.1	21.5	21.0	20.7	21.0	69.2	31.6	29.7	28.0	26.0	23.5	22.8

然るに使用後の保温紙に就いて行つた結果に拠れば，油紙類は例外なく，使用中の油分の逸脱に伴ふ通光性の増加から透熱性を増し，塩化ビニール布は使用中の汚染と変質に依つて却つて透

熱性を減少してゐる.

又ビニール塗紙（No. 4）及びメラミン樹脂加工紙（No. 11）は何れも使用中塗料の減耗が著しく，そのために地質が現はれ，暗白化したために却つて透明度が失はれ，その結果透熱性も使用後のものが低い.

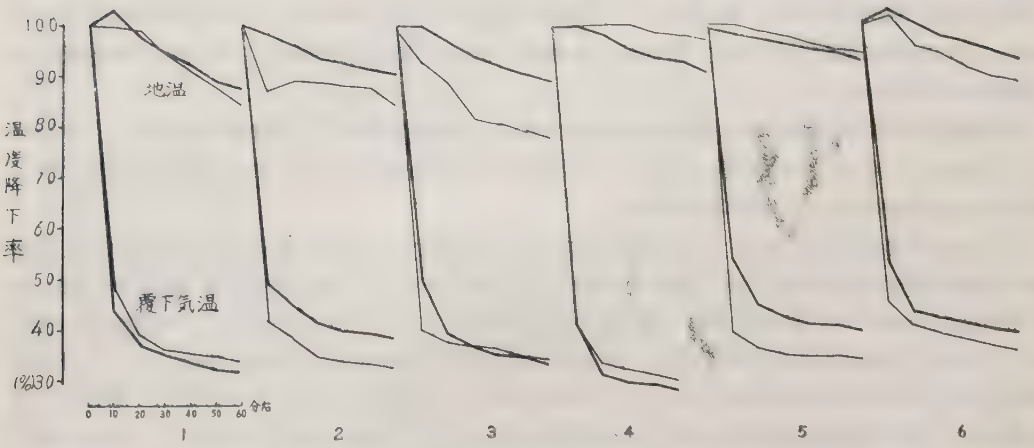
この透熱性の差又は使用中の変化の程度は当然地温に影響することは想像に難くない．塩化ビニール布は之の点から云つて最も地温を上げるに効果的であるが，逆に言えば放熱性も強い訳であるから保温効果とは又別の問題である.

次に保温効果は前述の如く，断熱後60分後までの温度降下の状態を調べたのであるが，この範囲では覆下温度と雖も室温 21～22°C に復元した区はなかつた．然し温度降下の程度で大体の保温能力は判定出来る．謂う迄もなく覆下温度は保温紙面よりの放熱量と地温よりの補熱量の差を示してゐる．従つてこの温度は加熱時の地温の上昇率即ち透熱程度の影響を受けてゐるから保温効果を表はすにはこの温度の大小でなく，降下率を以つて比較しなければならない．第4表，第8図の如く覆下温度の放熱後の変化は保温紙に依つて著しい差が認められたが，何れも 40°C 位までは急激に降下し，その後に於て種類別差異を生じてゐる．即ち保温効果の最も大きかつたのは，ビニール液を新聞紙に塗布したもの（No. 5）で，之に次いで油紙 No. 6，8，10 等も大きく，透熱性と略々逆の現象を示したのは寧ろ当然と謂えよう．只ビニール布（No. 2）は透熱性も大であつたが，保温力も可成り大きく現はれてゐることは保温材料として梨地の特長を示すものであるが，メラミン樹脂加工紙（No. 11）やビニール塗紙（No. 4）等が前年度の油紙（No. 12）と同じく保温効果の低いのは前者は紙質が薄く且つ何れも透熱性に富んでゐるためであろう．併し引き続いて行つた使用後のものに就ては，多少之と趣きを異にし，メラミン樹脂加工紙（No. 11）や前年度の油紙（No. 12）の如く，変質して白色化の激しいものは却つて保温力を増し，変質度の比較的少い一般の油紙は油分の溶脱に伴ひ保温力を減じてゐるが，透熱性の高いものでは多少変質しても変化がなかつた．但し塩化ビニール布（No. 2）の保温力が使用前のものに比し格段に悪くなつてゐるが，これは使用後の通光性の劣変に伴ひ透熱性を増してゐるから，こ

第4表　覆下保温効果にぼす品質の上の差異（2回平均）

供試番号	加熱後	使用前のもの						使用後のもの					
		10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後	10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後
1	100%	44.5%	37.9%	35.1%	33.8%	32.5%	32.4%	49.0%	39.5%	36.2%	35.3%	34.8%	34.0%
2	100	49.7	46.0	41.4	40.0	39.3	38.5	42.6	38.2	34.5	34.0	33.6	32.6
3	100	50.5	39.9	37.1	36.4	35.0	34.7	40.3	38.6	37.1	35.9	35.0	33.9
4	100	41.5	31.3	31.0	30.5	29.6	28.6	41.2	33.2	32.7	31.6	31.0	30.2
5	100	54.0	45.3	43.2	41.3	41.2	40.6	40.2	36.9	35.7	35.7	35.3	34.3
6	100	54.0	43.3	42.4	41.3	40.4	39.8	46.6	41.4	39.2	38.8	37.2	36.5
7	100	44.0	37.7	36.4	35.4	33.0	32.6	41.3	32.5	31.2	30.9	29.7	29.6
8	100	47.1	44.7	43.0	42.2	41.2	40.7	36.7	33.9	33.6	33.4	32.5	31.3
9	100	54.2	40.2	33.2	33.1	31.9	31.7	44.0	40.1	36.2	35.7	35.3	34.7
10	100	66.2	42.2	40.3	39.4	38.7	36.4	42.2	35.1	33.5	32.7	31.6	30.7
11	100	60.4	38.1	35.0	33.6	32.7	31.1	52.9	41.7	40.5	39.2	38.6	37.5
12	100	57.3	30.8	29.9	29.1	28.4	28.0	45.7	42.9	40.6	39.6	34.0	33.0

第8図 覆下温度並に地



註 1～12は供試番号 断熱後の温度降下（各点の間隔は10分とし60分後まで）の経過を示す.

れも油紙と同様の説明がつくのでなかろうか. 斯くの如く保温効果は品質と密接な関係を持ち又之が透熱性と結びついてゐることを思えば, 保温紙の価値を判断する場合, 最初の紙質検査丈けでなく, 使用中の変質速度及びその程度も考慮しなければならない. 斯る意味から云うならば, 玆に供試した保温紙はすべて一長一短で塩化ビニール布は温度上昇速度は大であるが, 放熱速度が大きく, 油紙は温度上昇速度に劣るが放熱度が低いと云うことになる. 尤も放熱後60分後の絶対温度では, 塩化ビニール布, メラミン樹脂加工紙（No. 11）及油紙中 No. 8 が依然高温を保つてゐるから, 保温効果を云々する場合には只放熱速度のみで決める訳には行かない.

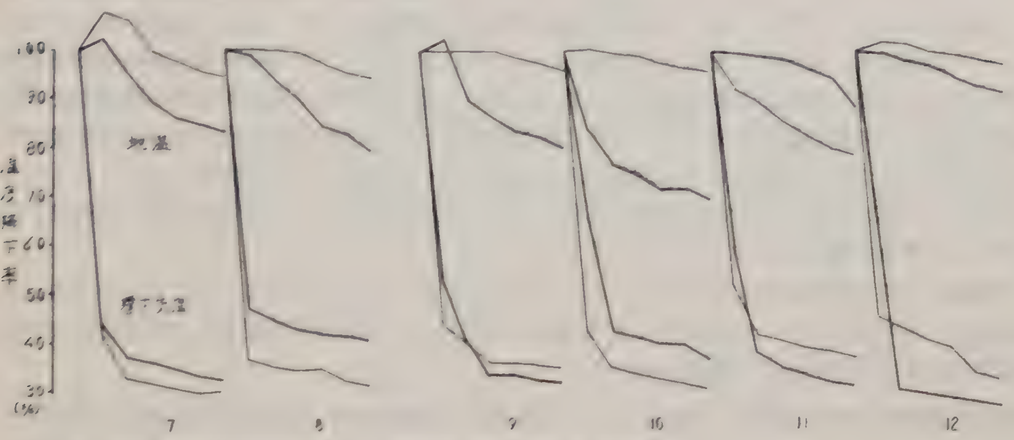
b 地温の消長について

地温は保温紙の透熱性程度に応ずる覆下温度の消長と関連することは既に述べた. 第5, 6

第5表 地温上昇並に放冷後の地温変化に及ぼす品質上の差異（地表面下3cm）（2回平均）

供試番号	使用前のもの								使用後のもの							
	加熱前	加熱15分後	放熱後の温度						加熱前	加熱15分後	放熱後の温度					
			10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後			10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	20.0	33.6	34.1	32.9	31.8	30.9	29.8	29.5	20.0	33.6	33.4	33.0	31.7	30.7	29.6	28.2
2	20.5	30.4	29.9	29.4	28.4	28.2	27.9	27.4	20.5	30.6	27.5	27.2	26.9	26.8	26.8	25.7
3	20.0	31.3	31.3	30.3	29.4	28.6	28.3	27.9	20.2	32.1	29.8	27.4	26.1	25.7	25.2	24.9
4	20.2	31.0	31.0	30.4	29.6	29.0	28.8	28.2	20.2	27.1	27.7	27.0	27.0	26.7	26.5	26.2
5	19.8	27.0	26.6	26.3	26.0	25.8	25.5	25.2	19.7	27.5	27.5	27.0	26.9	26.4	26.1	25.9
6	21.0	27.0	27.9	27.2	26.4	25.8	25.4	25.0	21.0	28.8	29.4	27.6	27.1	26.4	25.7	25.6
7	19.1	28.5	29.2	27.1	25.4	24.6	24.2	23.7	19.5	29.5	31.8	31.5	29.3	28.8	28.2	27.8
8	20.5	30.6	30.4	28.7	27.6	25.9	25.3	24.2	20.0	35.0	35.0	35.0	34.8	34.2	33.5	32.7
9	20.0	29.0	29.8	26.0	25.0	24.3	23.8	23.2	20.5	32.6	32.6	32.6	32.5	32.2	31.7	31.5
10	20.5	27.1	22.4	20.7	20.2	19.4	19.4	18.9	20.5	30.5	30.6	30.5	30.2	29.7	29.5	29.2
11	19.9	31.6	31.4	31.3	31.0	30.5	29.7	28.0	19.9	29.8	27.4	26.6	25.4	24.6	23.8	23.5
12	20.3	30.4	30.4	29.8	29.6	29.1	28.4	28.1	20.3	30.0	30.6	30.4	30.1	29.7	29.6	29.3

温保持効果上の差異



—使用前のもの—使用後のもの．

第6表　地温保持効果に及ぼす品質上の差異（2回平均）

保温紙番号	加熱後	使用前のもの						使用後のもの					
		10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後	10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	100	103	98.0	94.5	92.0	88.8	87.8	96.5	98.3	94.4	91.5	88.2	84.1
2	100	98.4	96.8	93.5	92.8	91.8	90.3	87.2	89.1	88.1	87.7	87.7	84.2
3	100	100.6	96.9	94.0	91.5	90.5	89.2	92.9	88.5	81.4	80.2	78.7	77.7
4	100	100.9	98.2	95.5	93.7	93.1	91.2	102.2	99.9	99.9	98.6	97.8	96.8
5	100	98.6	97.5	96.4	95.7	94.6	93.4	100.0	98.4	97.9	96.1	95.0	94.4
6	100	103.4	100.8	97.8	95.6	94.3	92.8	102.1	96.0	94.2	91.8	89.4	89.0
7	100	102.5	95.2	90.3	88.4	85.0	83.2	107.9	106.8	99.4	97.7	95.7	94.3
8	100	99.5	93.9	90.3	84.7	82.7	79.3	100.0	100.0	99.6	97.7	95.8	93.5
9	100	102.9	89.7	86.3	83.8	82.2	80.2	106.6	100.0	100.0	98.9	97·3	96.7
10	100	82.7	76.5	74.6	71.7	71.7	69.8	100.2	100.0	99.2	97.5	96.8	95.8
11	100	98.4	98.3	[illegible]	96.7	94.2	88.7	92.1	89.4	85.3	82.7	80.0	79.0
12	100	100.9	98.2	77.4	95.8	93.5	92.7	102.0	101.4	100.0	99.2	98.8	97.7

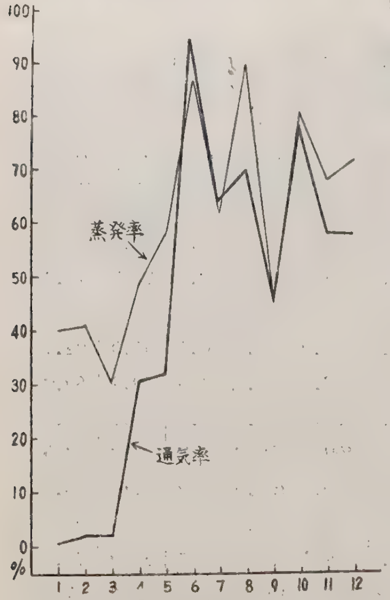
表，第8図に依れば，加熱後60分以内で当時の気温以下に降つたものは油紙 No. 10 を除いては見当らなかつた．地温の持続時間は著下気温と較べると遙かに長く，降下速度も遅いが，保温紙の品質及使用後の変質程度による差も認められた．使用前後の差が最も著しく現はれたのは油紙で，使用後の保温力が増し温度降下率が著しく緩慢となつたもの（No. 10. 9. 8. 7）が多く，No. 10の如きは60分後に於て使用前後の差が25%に及んでゐる．然るに塩化ビニール布及メラミン加工紙（No. 11）は却つて使用後のものの方が降下率は急激で，油紙と全く反対の傾向を示した．その原因は既に述べたように油紙は使用中油分の消耗に基く透熱力の増大が地温上昇に役立つたのに反し，塩化ビニール布及メラミン樹脂加工紙は使用中の汚染によつて透熱力を減じ地温の上昇が劣つてゐたことから使用前後の試験区に放冷前既に地温差があつたためと考えられる．

3) 通気性及蒸発性

通気性は透熱性に次いで育苗上大切な要素で通気性に欠くものは昼間の著しい高温に引きかえ，夜間の温度降下が著しいので，覆下温度及び地温の日較差が大きくなり，且つ又通風不良に基く苗の徒長軟弱，罹病性の増大が予想せられる．之に反し通気性が良好に過ぐる場合は当然保温効果が低くなり，保温紙の役目が果されない．種子の発芽並に苗の素質に対する酸素の必要性に就ては，既に多数の研究があるが[32][34]，最近岡村氏[3]は，保温折衷苗代に於ける通気性に就て発芽歩合，タチガレ病発生歩合と酸素量との関係を述べ露の多少は之に関係があることを認めてゐる．この露の発生の多少は通気性に関係し，特に温度較差の著しい場合に発生し透熱性及通光性にも大きな影響を与えることは謂ふまでもない．

本調査の結果は実験操作に於て完全なものではないが第７表，第９図によつて凡その傾向は察知出来る．即ち塩化ビニール布は殆んど通気性は認められず，従つて被覆育苗の場合は苗の不良化は免れない（第２報に於て確められた）．

第９図　通気性に及ぼす品質上の差異



註　1～12は供試番号

第７表　通気性に及ぼす品質上の差異（２回平均）

供試番号	通気性 20c.c.中残存量	通気性 残存率	蒸発量 20c.c.中残存量	蒸発量 残存率	露の多少（圃場観察） AM.6	露の多少（圃場観察） P.M1
1	19.8 cc	99.0 %	12.0 cc	60.0 %	多	多
2	19.6	98.0	11.8	59.0	多	多
3	19.6	98.0	14.0	70.0	多	多
4	13.9	69.6	10.4	52.0	多	少
5	13.4	67.1	8.4	42.0	無	無
6	1.0	5.0	2.9	12.5	中	少
7	7.3	36.5	7.6	38.0	多	中
8	6.0	30.0	2.1	10.5	中	少
9	10.9	54.6	11.0	55.0	中	少
10	4.2	21.0	3.8	19.0	中	少
11	18.4	92.0	6.4	32.0	少	無
12	8.4	42.0	5.6	28.0	少	無

メラミン樹脂加工紙（No. 11）及びビニール塗紙（No. 4）も通気性に劣つてゐるが一般の油紙は総じて之に富んでゐる．尤もこの内にも多少差異が認められ No. 9 及 No. 7 の如く油分，光沢に富んだものは稍通気性を欠いでゐる．又蒸発量の測定は処理温度が高温に過ぎたので，稍正確を欠くものと思はれるが，通気性と略々相似た結果を示してゐる．

4) 耐水性並に耐泥性

保温折衷苗代に用ふる保温紙は常に飽水程度に保たれた床土上に直接被覆され，更に保温紙の飛散を防ぎ，保温効果を高めるために，その周囲を泥土で固定される．従つて耐水性，耐泥性が問題となるが，これに就いては稍等閑に附せられてゐた気配がある．耐水性は前項破裂度試験によつてもその概略の傾向は察知出来るが，更に長期に亘つた試験を必要とする．調査の結果は肉眼鑑定に拠つたものであるが第８表の如く製品に依つて著しい差が認められた．即ち，塩化ビニール布は最も完全で使用中多少の変化は認められるが強度に於ては何等変化がなかつたが，油紙

第8表　耐泥性及耐水性に及ぼす品質上の差異

供試番号	耐泥性	耐水性
1	+++	+++
2	+++	+++
3	+++	+++
4	±	−
5	−−	−
6	+	++
7	+	++
8	+	++
9	−−	−−−
10	±	++
11	−−−	−−−
12	−−	−−−

備考　+++極強，++強，+稍強，±中，−稍弱，−−弱，−−−極弱

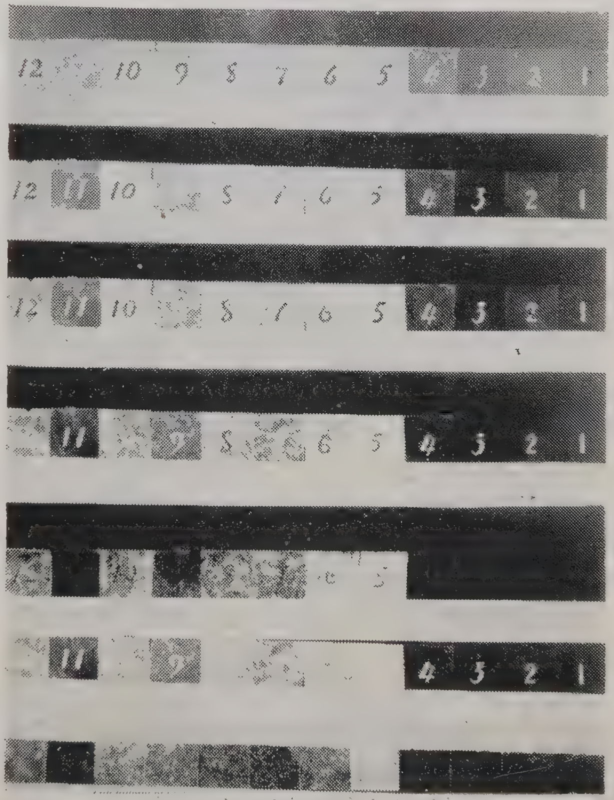
の内 No. 9 とメラミン樹脂加工紙 No. 11 は全く耐泥性を欠き，沈泥部分は完全に腐敗してその残滓も残さなかつた．斯る保温紙は苗代に用ふることは出来ない．

之に比較すればその他の保温紙は大体泥に耐え強靱で油分の溶脱はあつたが腐敗したものはなかつた．耐水性並に耐泥性の不良の原因には油の種類及び加工薬剤の化学変化又は醱酵に依る場合もあろうが特に製紙原料に関係が深いと思われるから，紙質の選択が大切である．

5) 通　光　性

通光性は紙質のみならず更に之に塗布した油の種類，色調，塗油量から来る濃度と，紙の吸油力に関係があると考えられる．従つて塗油は成る可く淡いことが望ましいが，そのために油量を減ずることは好ましくない．供試品中，塩化ビニール布にも透明なものと梨地のものがあり，油紙にも濃淡種々の階級が認められ，ビニール塗紙の如く白色のもの，メラミン樹脂加工紙の如く淡黄色のものまで種々雑多であつた．塗油の種類としては乾燥油に半乾性油例えば大豆油，イワシ油，イカ油等の植物性油又は動物性油を適宜混和したものが多く使はれ現在市販ものには乾性油3に大豆油7，或は大豆油5に魚油2の割合で混ぜたものが多いと云はれてゐる．又塗油量は坪当り80～90瓦が標準で過量に用ふれば油の種類塗油法，紙質並にその吸油力にも拠るが，使用中油分の溶脱が多く苗を損傷する危険がある．又吸油力は一般に和紙は洋紙に優り溶脱程度も少い．調査の結果は第10，11図の如く，ビニール布はビニール塗紙(No. 4)と共に供試品中最も通光性が大で，特に No. 1 及 No. 3 は使用前後の差も認められなかつた．併し No.

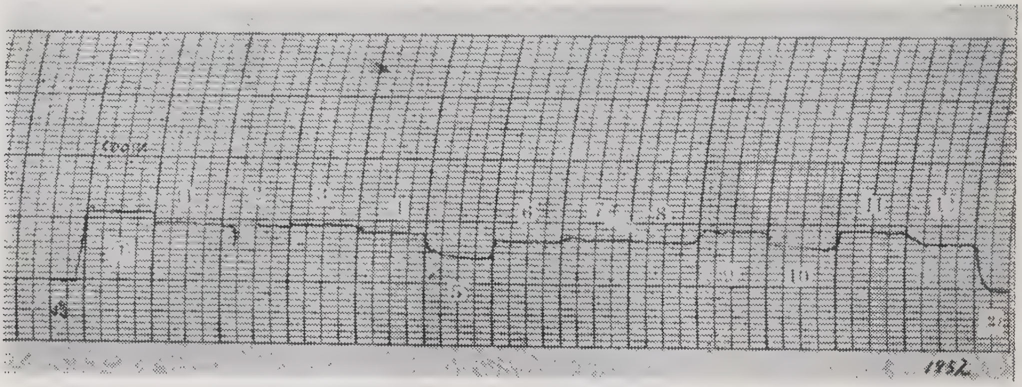
第10図　通光性に及ぼす品質上の差異



備考　A～Eは露光時間の差を示す　Fは使用前のものと使用後のものの通光性の変化を示す（上段使用前のもの下段使用後のもの）

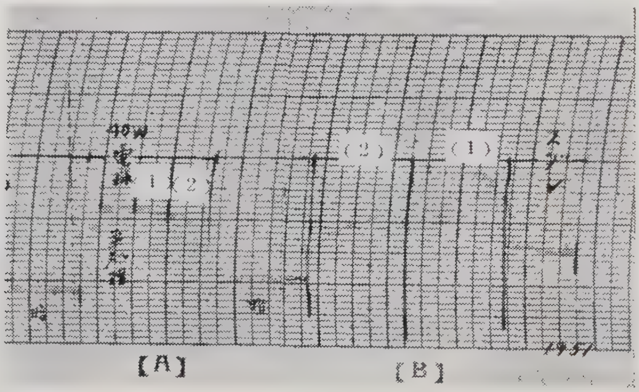
第11図　通光性に及ぼす品質上の差異（ロビッチ日射計に拠る500W白熱電球）

A　昭和27年度の成績



備考　1～12は保温紙の供試番号，①は標準区　②は暗黒区を示す

B　昭和26年度の成績（ロビッチ日射計に拠る A40W白熱電球，B露天観測）



備考　（A）は室内（B）は露天，1－2は保温紙の供試番号

2 及びビニール塗紙は使用後のものは多少通光性が減じてゐる．之に次いでメラミン樹脂加工紙（No. 11）が優れてゐるが，油紙の通光性は余り高いものはない．然し油紙に塗布してある油分は使用中溶脱するので漸時淡色となり通光性が高くなり，（第 10 図参照）特に溶脱の著しかつたのは油紙 No. 6. 7. 8. 10. 12 であつた．然し No. 9 のみは例外で，使用後のものの方が劣つてゐるのは油分の溶脱が極端で油紙としての性格を失つたためである．第11－A図はロビッチ日射計で使用前のものに就いて測定したもので大体第10図の結果と同一の傾向を示してゐる，尚第11－B図は昭和26年度の成績で，同年度は昭和27年度の No. 10と同社製品（2）とM社製品（1）の成績である．

6) 紙 質 の 変 化

塩化ビニール布は使用中品質の変化は比較的少いが，No. 2 及 No. 2 及 No. 3 は使用中化学変化が認められ乳白色となつて透明度を減じた．又ビニール塗紙（No. 4）も使用中ビニール液の被膜が消失し，白紙となり稍柔軟となつたが紙質そのものの変化はなかつた．油紙はその程度の差はあるが，何れも使用中褪色が著しく，同時に油分を溶脱したものが多かつた．併し，褪色の程度と通光性が一致しないことは第12図の如くで通光性は寧ろ紙質に拠ることが大きいことを示

第12図　使用後の品質変化

備考　1—12は供試番号　Aは使用前　Bは使用後のものを示す。

してゐる．特に No. 9 は油分の溶脱が著しく，No. 10 も之に劣らない．只前者は洋紙のため破裂度が，次第に脆弱となつたが，後者は和紙であるため，油分の溶脱に依つて脆弱度を増さず，却つて伸張性を増した．この伸長性は昭和26年度一般の問題となつた苗の保温紙面の突抜現象と関係がある．メラミン樹脂加工紙は使用後1～2日で樹脂分を全く消失し，白紙となり，且つ耐久力を著しく減じた．

3. 総　　　　括

以上調査した結果を総括すれば次の如くなる．即ち塩化ビニール布は最も強度が高く，透熱性，通光性に富み，耐水性，耐泥性にも優れてゐるが．保温性が稍劣り通気性を欠いでゐるので育苗の際．苗を徒長せしめないような注意を必要とする．透明のものと梨地のものとの差は前者は透熱性に優つてゐるが保温性に乏しく，後者は透熱性は稍劣つてゐるが保温性に優つてゐるので，この場合は透熱性程度よりも保温性の高い梨地の方に優点がある．又厚手のものは強度に於て薄手に優るが薄手の強度で実用上は何等支障がないから強いて厚手にする必要はない．只厚手のものは二つ乍ら使用中変質し上に述べた優れた特性を或る程度減殺されたから今後尚加工面の研究を要する．ビニール塗紙は通光性，透熱性は良好であるが，保温効果に乏しく，弾力性，伸長性を欠き，且つ紙質が硬化し破れ易い欠点がある．又通気性も良好とは言い難いから，保温苗代用としては余り実用性はなく温床その他の高床用の保温紙としては利用の途があらう．

メラミン樹脂加工紙は透熱性及通光性に優れてゐるが保温効果は良好と謂い難い．且つ通気性に稍欠け，耐水性，耐泥性が著しく不良であつたことは昭和26年度全国各地の農業試験場で行つた試験結果とも一致し苗代用保温紙としては良品とは称し難い．

油紙は製品に依つて品質に大差があつて一率に論じ難いが，総体的には強度，透熱性，通光性は中庸であるが，保温効果は可成り高く，且つ通気性を有し，特に和紙を材料としたものは弾力性，伸長性にも富んでゐるから耐久性もある．併し中には縦横別強度に差があり引裂抵抗力に欠け，又は使用中油分の溶脱が多く，品質の劣変し易いものもあるから使用に当つては充分吟味する必要がある．

保温紙の強度は耐久力に密接な関係を持つから，その調査も使用中の強度の変化に重点をおかなければならない．保温紙の内には使用中強度劣変の著しいものもあるが，製紙原料並に製紙法の入念なものには斯る差は認められない，縦横別引裂抵抗力の差の著しいものは強度に乏しく又使用中漸時劣変するものが多い．又破裂抵抗力と引裂抵抗力とは必ずしも一致しないから両者を測定して，強度を決定する必要がある．

透熱性は通光性と略々一致するが保温性及通気とは逆の関係にあることが認められる．併し透

熱性並に通光性が大であれば当然地温の上昇度も大きくなるから，地温の保持効果は透熱性並に通光性に略々平衡することが認められた．油紙は使用中油分を溶脱して透熱性，通光性を増して次第に地温上昇並に保温に役立つが，塩化ビニール布は逆に透熱性を減じ保温効果が減退し易い．

通気性は透熱性，通光性と共に育苗上大切な要素であるが，ビニール保温紙に於ては全く逆な立場にある．従つて育苗上この点を特に考慮し，高温に過ぎ酸素欠亡に陥らぬよう注意することが必要であらう．

耐水性並に耐泥性の強弱は保温折衷苗代の如く湿地に用ふる保温紙としては耐久力として無視出来ない．併し，これは製紙原料に基く差異が著しいと思はれるから，これを吟味すれば避けられる．従来この点が案外顧慮されてゐないようであるから将来斯る用途のためには他の条件と同じ程度の研究がなされねばならない．

品質の劣変は保温紙としての価値を低下する許りでなく，耐久力を低下せしめるから原料の吟味製法の改善を行ひ品質の保全に努むべきである．塩化ビニール布の変色は化学操作に尚改善の余地があるものと思はれ耐熱性，耐酸性及耐水性等にも尚欠陥があるのでなからうか，又油紙の変色は油分の溶脱と紙質の不良に基くものと考えられ，更に油の種類，塗油法にも欠陥があるものと想像せられる，メラミン樹脂加工紙の劣変は加工法に就き更に研究を要するであらう．

摘　　要

1. 筆者は昭和26年，昭和27年度に亘つて保温紙及塩化ビニールの保温効果に就いて物理的試験を行つた，供試した保温紙は塩化ビニール3種，ビニール塗紙2種，油紙6種，メラミン加工紙1種である．
2. 調査は強度，透熱性，保温性，通気性，蒸発性，耐水性，耐泥性及通光性に就いて行つた．
3. 塩化ビニール布は強度が最大で，耐久力に富み，通光性，透熱性が大であるが，保温性，通気性に乏しいから，育苗上通気を考慮する必要がある．
4. ビニール塗紙は弾力性，伸長性を欠き強度も不良であるが通光性，透熱性は大で耐水性，耐泥性も比較的大であるから取扱に注意すれば実用に適する．
5. メラミン樹脂加工紙は透熱性，通光性に優つてゐたが，使用中の変質が著しく耐水性，耐泥性に欠くから保温紙として利用の途が制限される．
6. 油紙は通光性透熱性は中庸であるが，保温性，通気性に於て優り，耐水性，耐泥性も比較的良好であるので，保温紙として実用性がある．又一般に和紙は洋紙より強く，乾性油を塗布したものは油の溶脱が少く耐久力に富んでゐる．
7. 油紙は使用中次第に透熱性が高く保温性も高くなるが強度は減少する傾向が見られた．

（参考文献　第2報参照）

II. 保温紙の品質が苗の成育に及ぼす影響に就て（第2報）

最近保温折衷苗代が特に育苗上効果のあることが認められ主として油紙類が被覆用に使はれてゐるが苗床用塩化ビニール布の利用が透熱性，通光性，耐久力の優れてゐる点から苗代にも利用されようとしてゐる．

本調査成績は第1報所載の保温材料を用い，苗代圃場試験を行つた結果である．本調査に於ては特に保温紙の物理的性質が苗の素質並に生育に及ぼす影響に就いて調査し，保温紙の種類の育苗適応性を検討することを目的とした．この調査は早期播種と晩期播種の二区に分ち，昭和26年及同27年度の調査成績を取纏めたものである．

1. 實験材料及び方法

本試験に用ひた水稲品種，旭4号は，京都地方の中稲として代表的な品種で，之と同系統の品種は近畿地方一沿に広く栽培されてゐる．

種子は予め比重1.13の塩水選を行ひたるものに就き，播種前浸水，催芽を行つた．浸種中は毎朝換水し，一日2回攪拌して均一に吸水するよう努めた．浸種後7日目にウスプルン1000倍液を用ひ種子消毒を行ひ爾後は定温器（30～35°C）に移して催芽せしめた．

発芽の徴候を見た時，水より取出し，その後は湿布中で発根に努め，播種時幼芽4 mm，幼根5 mm に伸長してゐた．播種床は普通の揚床苗代を用いた．即ち苗代地の稲株，雑草を予め除去した後，深さ2寸に耕起し，土塊を砕き，堆肥を坪当り1.2貫匁全面に撒布し，床土とよく混和してから播床巾4尺，溝巾1尺の揚床とし，数日間風乾せしめた後，基肥として硫安，過石，塩加を施し，土壌と混和しつつ床面を水平にしてから播種した．耕種概要は次の通りである．

播　種　期：早播区4月7日，晩播区5月11日．
播　種　法：撒播（坪1.5合播）
供 試 面 積：3坪
1区面積及区制：1区3×3尺（1/4坪）12区，2区制（標準区1区）
覆　　土：畑土坪当7－8升，燻炭坪当10升（厚さ2－3分）
肥　　料：基肥一(坪当）堆肥1.2貫，硫安30匁，過石40匁，塩加30匁，
追肥一(坪当）硫安20匁除紙期に施用す
保温紙の被覆：予め3×6尺（1/2坪）の木框に夫々所定の保温紙を貼布し置き，播種覆土後，被覆した．
除　紙　期：早播区播種後20日（4月27日），晩播区一播種後15日（5月16日），
調 査 項 目
成苗歩合，草丈，主幹葉数，葉色，分蘖数，生体重，風乾重，根長，根数，天気，気温，地温，病害虫発生程度

苗素質の調査は被覆中は，5日毎に，除紙後は10日毎に調査した．草丈は最長葉の先端まで，葉数は成葉数，葉色は観察に依り，分蘖数は本数を，生体重は苗取後余剰水分を取り除き，風乾重は電気乾燥器（50～60°C）にて乾燥後の重量を10ケ体合計にて，根長は平均根長，根数は主根及測根の総数を，気温，地温は5日毎に午前6時と14～16時に測定し，成苗歩合は播種粒数（25粒）に対する成苗数を百分率を以つて表はした．

2. 實験結果及び論議

1) 気温地温の調査

気温及地温の調査結果は第1－2表，第1図の如くであつた．出芽並に出芽後の苗の生育は特

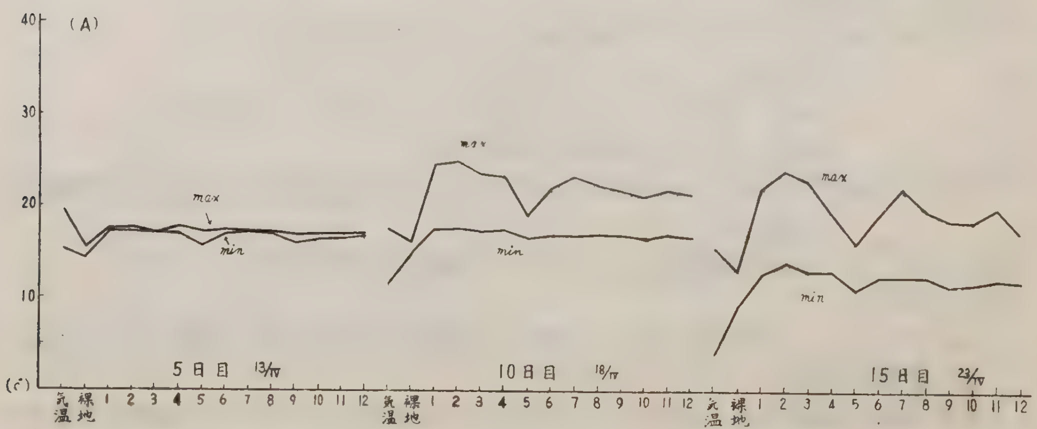
第1表　気温，地温に

調査月日	天氣	氣温			水温	日照時数	裸地		試					
									1		2		3	
		最高	最低	平均			6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時
4月13日	曇	19.8	15.2	16.6	10.3	0.0	14.2	15.2	17.2	17.5	17.2	17.5	17.0	17.0
4月18日	晴	19.6	11.5	14.6	15.8	4.3	14.9	16.2	17.5	24.6	17.6	25.0	17.4	23.8
4月23日	曇	15.8	4.3	10.1	11.7	4.0	9.5	13.2	13.0	22.0	14.0	24.2	13.4	23.2
4月28日	晴	22.3	1.8	12.1	11.0	10.9	8.0	16.5	8.0	17.2	8.2	17.1	8.0	17.1
5月8日	曇	19.2	10.1	14.6	10.9	5.0	15.5	18.6	16.0	19.2	16.1	19.2	15.2	19.0
5月18日	曇	27.4	12.9	15.1	13.4	4.3	18.8	26.9	18.8	26.9	18.8	26.9	18.8	26.9

第2表　気温，地温に

調査月日	天氣	氣温			水温	日照時数	裸地		試					
									1		2		3	
		最高	最低	平均			6時	14時	6時	14時	6時	14時	9時	14時
5月16日	晴	26.8	3.2	15.0	15.0	9.5	11.2	28.8	17.0	36.0	18.0	41.0	17.6	39.0
5月21日	曇	21.8	16.8	19.3	18.5	0.4	18.0	23.5	19.5	29.0	19.5	30.5	20.0	32.0
5月26日	曇	21.2	7.4	15.0	15.0	2.4	15.5	26.5	16.0	28.0	17.5	28.5	17.0	28.5

第1図　気温，地温に



註　A早播区．温地何れも播種後5日目，

に気温並に地温の影響を受けることが大きいが，被覆中は覆下気温並に地温の上昇又は保温の程度が生育を左右するのみならず保温紙の通気性程度も関係する．従つて第1報に報告した保温紙の物理的性質は当然育苗中の苗の素質に影響を与えることが予想せられる．気温及地温の調査は両回共6時と14時に測定する予定であつたが観測者の関係で早播区は6時及16時になつたので従つて之の場合のみは日最高温度を示してゐない．

尚晩播区に就いては5月26日，(昭和27年)，6月3日（昭和26年）地温の日変化をも調査した

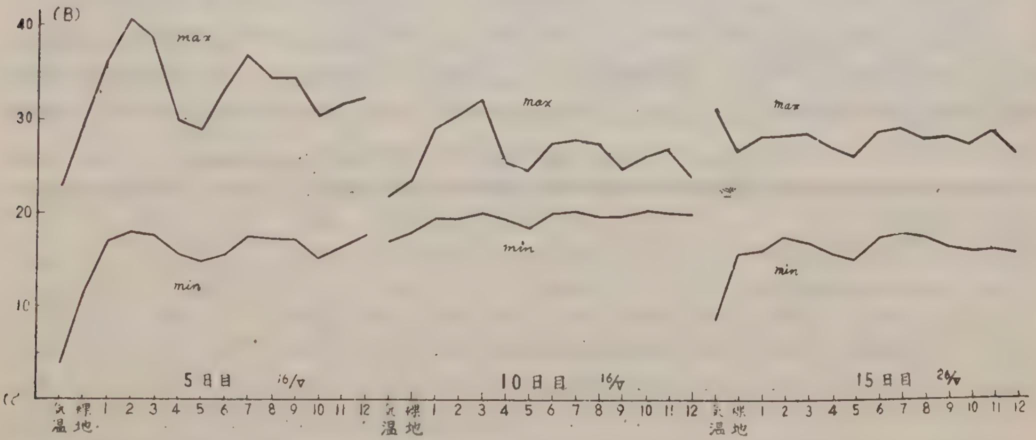
及　ぼ　す　影　響（早播区）

験					区					地					温		
4		5		6		7		8		9		10		11		12	
6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時
17.0	17.8	16.2	17.2	17.0	17.5	17.2	17.5	17.0	17.2	16.0	17.0	16.5	17.2	16.5	17.1	17.0	17.2
17.5	23.2	16.9	19.0	17.1	22.2	17.1	23.5	17.3	22.8	17.1	22.0	16.8	21.5	17.2	22.0	17.0	21.8
13.5	20.0	11.5	16.5	13.0	19.2	13.0	22.4	13.0	20.0	12.0	19.0	12.3	19.0	12.8	19.8	12.6	18.0
7.8	16.9	6.9	16.9	7.5	16.9	8.2	16.9	8.0	16.8	7.5	16.8	7.2	16.9	7.3	17.0	9.3	16.9
15.6	18.8	15.0	18.9	16.3	19.0	15.7	18.8	15.4	18.8	15.5	19.2	15.4	18.9	15.5	19.2	15.2	18.8
18.8	26.9	18.8	26.9	18.8	26.9	18.8	26.9	18.8	26.9	18.8	26.9	18.8	26.9	18.8	26.9	18.8	26.9

及　ぼ　す　影　響（晩播区）

験					区					地					温		
4		5		6		7		8		9		10		11		12	
6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時
15.6	30.0	14.3	29.0	15.5	33.0	17.5	37.0	17.3	34.4	16.0	34.3	15.0	30.0	16.4	31.5	17.6	32.2
19.5	25.2	18.3	24.2	19.9	27.5	20.3	28.0	19.6	27.5	19.6	24.8	20.0	26.0	19.9	27.0	19.2	24.0
15.8	27.0	15.0	26.4	17.0	28.5	17.7	29.0	17.5	28.0	16.2	28.2	15.8	27.5	16.5	29.0	15.6	26.5

及　ぼ　す　影　響



10日目，15日目の覆下地温を示す．1—12は供試番号．

（第5～6表）．第1～2表，第1図に拠れば，保温紙の地温上昇並に保温効果は気温の上昇と共に次第に増加してゐるが，裸地に対する保温区の地温上昇並に保温効果は漸減してゐる．（第3～4表）併し地温そのものは晩播区の方が高いから，出芽日数，成苗歩合，草丈伸長率並に根部の発育等は晩播区が著しく優つてゐる．全期を通じて最も高温となつた[61]塩化ビニール布は裸地に比し，4月中旬2.5～3.0°Cから7.6～9.8°C，下旬3.5～4.5°Cから0.6～11.0°C(以上早播区)，5月中旬1.5～6.8°Cから5.5～12.2°C下旬0.5～2.0°Cから1.5～2.0°Cも高く，晩播

第3表　被　覆　区　と　裸　地

調査月日	試験										
	1		2		3		4		5		6
	6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時
4月13日	3.0	1.7	3.0	1.5	3.0	1.7	2.8	1.2	2.0	0.9	2.8
4月18日	2.6	8.4	2.7	9.8	2.5	7.6	2.6	7.0	2.0	2.8	2.2
4月23日	3.5	9.8	4.5	11.0	3.9	10.0	4.0	6.8	2.0	3.3	3.5
4月28日	0	0.7	0.2	0.6	0	0.6	0.2	0.4	(−)1.1	0.4	(−)0.5
5月8日	0.5	0.6	0.6	0.6	(−)0.3	0.4	0.1	0.2	(−)0.5	0.3	0.8
5月18日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

第4表　被　覆　区　と　裸　地

調査月日	試験										
	1		2		3		4		5		6
	6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時
5月16日	5.8	7.2	6.8	12.2	6.4	10.2	4.4	1.2	3.1	0.2	4.3
5月21日	1.5	5.5	1.5	7.0	2.0	8.5	1.5	1.7	0.3	0.7	1.9
5月26日	0.5	1.5	2.0	2.0	1.5	2.0	0.3	0.5	(−)0.5	(−)0.1	1.5

の場合には時に 41.0°C（No. 2）の如き，苗の生育に却つて悪影響を及ぼすような高温にもなつた．苗代期間の適温として，永井氏[62]は平均気温13〜23°Cで，25°C 以上の高温は不適当だと云ひ，松尾氏[53]は最適温度を 30〜35°C とし 10〜20°C 及び 40°C 以上は発芽を阻害すると述べ，更に苗の生育に対しては 30°C，乾物重増加に対しては 32°C を適温とし，井上氏[52]は発芽適温 34°C，発根適温 30〜32°C としてゐる，又加藤氏は 35°C 以上は根が短く，細くなることを認め

第5表　区　別　地　温　の　日　変　化（昭和27年）

時刻	裸地	保温試験区番号											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	16.0	24.0	22.0	24.9	20.6	17.1	22.2	23.1	22.8	20.9	20.0	22.4	17.3
18	15.0	21.2	21.8	21.9	19.2	20.0	21.1	21.2	21.3	19.9	19.4	21.0	16.8
20	14.7	20.0	19.9	20.0	18.2	18.0	19.0	17.5	19.2	17.5	18.5	19.2	15.2
22	14.1	18.5	18.1	18.5	18.1	17.0	17.2	18.5	18.0	17.2	17.0	18.1	14.8
24	12.4	17.5	17.7	17.9	17.1	16.0	17.0	17.6	17.6	16.8	16.3	17.4	14.3
2	12.3	17.1	17.3	17.5	16.7	16.0	17.2	17.3	17.2	16.8	16.2	16.3	14.1
4	12.0	16.7	16.9	17.0	16.1	15.8	17.0	16.5	16.9	16.2	16.0	16.0	14.1
6	14.0	16.1	17.5	17.6	15.9	15.0	17.0	17.9	17.5	16.2	15.7	16.5	15.8
8	16.2	17.9	18.9	17.0	16.8	16.1	18.5	18.8	17.8	17.9	16.4	17.3	16.5
14	16.5	18.0	18.5	18.5	17.0	16.5	18.5	19.0	18.0	18.0	17.5	19.0	16.5

註　昭和27年5月26日〜27日（晩播区）の地表面下 3cm の地温を示す

区の地温差（°C）（早播区）

区	番										号	
	7		8		9		10		11		12	
16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時	6時	16時
1.4	3.0	1.7	2.8	1.7	1.8	1.4	2.3	1.2	2.3	1.4	2.8	1.3
6.0	2.2	7.6	2.4	7.4	2.2	5.3	1.9	6.2	2.3	5.8	2.1	5.8
6.0	3.5	9.2	3.5	6.8	2.5	5.8	2.8	5.8	3.3	6.6	3.1	4.8
0.4	0.2	0.3	0	0.4	(−)0.5	0.3	(−)0.8	0.3	(−)0.7	0.4	0.7	0.4
0.4	0.3	0.2	(−)0.1	0.2	0	0.6	0.7	0.3	0	0.6	(−)0.3	0.2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

区の地温差（°C）（晩播区）

区	番										号	
	7		8		9		10		11		12	
14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時	6時	14時
4.2	6.3	8.2	6.1	5.6	4.8	5.5	3.8	1.2	5.2	2.7	6.4	3.4
4.0	2.3	4.5	1.6	4.0	1.6	1.3	2.0	2.5	1.9	3.5	1.2	0.5
2.0	2.2	1.2	2.0	1.5	0.7	1.7	0.3	1.0	1.0	2.5	0.1	0

てゐる本調査に於ても後述する如く塩化ビニール布の如き高温区の根の発育は悪かつた．その他の保温紙もビニール液新聞紙塗布のものは別として何れも苗の伸長に対して保温効果が認められるが，ビニール布と較べると多少劣つてゐる．然し，油紙中No. 7は早播，晩播の別なく，地温上昇効果が顕著に現はれたが，ビニール塗紙（No. 4）は早播の場合のような温度上昇並に保温の効果が晩播時に見られない[37]．これは No. 7 は第1報所載の如く通光性が油紙中最大で，且つ使用中油分の溶脱により更に大となり，地温保持効果がそれに伴つて増大したこと，又通気性も比較的少いことが効果の挙がつた原因と考えれ，後者は通光性が高く，透熱性も高いに拘はらず，保温性を欠くことが高温期に於ても特に他の保温紙のものように地温上昇に役立たず夜間の低温も防ぎ得なかつたのでなかろうか．この傾向は塩化ビニール布にも現はれて居り，日中地温は特に著しく高騰するが夜間は他の油紙と余り大差がないことを近藤氏[61]も認めてゐる．

第6表　試験区別地湯の日変化（昭和26年）

時刻	裸地	保温区番号	
		1	2
5	17.5	18.4	18.0
7	17.5	18.7	17.6
9	20.0	24.0	20.8
11	24.9	28.4	27.0
13	27.5	30.5	28.7
15	28.1	31.4	30.4
17	24.0	30.0	29.5
19	23.1	26.2	26.3
21	23.0	25.2	24.2
23	21.6	23.0	23.0

註　昭和26年6月3日（播種後12日）の地表面下3cm. の地温を示す．ポット試験

尚地温の日変化は早播区の調査を欠くを遺憾とするが，晩播の場合と略同一傾向を示すものと考えられ，第5．6表の如く4～5時に最低，15～16時に最高地温が現はれ常に裸地に比し，保温区が高温であつた．

2）成　苗　歩　合

保温紙別成苗歩合の成績は第7表第2図の如くであつた．早播区の成苗歩合は裸地の45.3％に対し，塩化ビニール布の区は92～95％で格

第7表　成苗歩合に及ぼす品質の影響

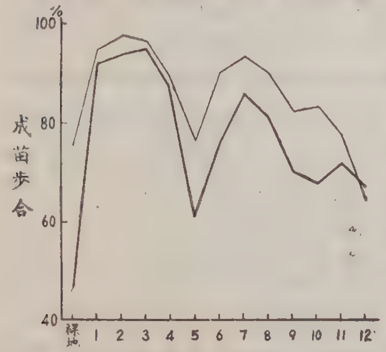
区別	裸地	試験区番号 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
早播区	45.3	92.1	94.0	95.2	87.2	61.1	76.2	86.7	82.0	70.6	68.1	72.3	67.3
晩播区	76	95	98	97	90	77	91	94	91	83	84	78	64

第8表　草丈，葉数，根長，根数の調査（早播区）

項目	播種後日数	裸地	試験区番号 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
草丈 (cm)	5	1.0	2.5	2.6	2.3	1.4	1.0	2.0	1.8	1.7	1.6	1.8	1.7	1.5
	10	2.5	5.3	5.6	5.6	5.4	3.6	3.9	5.0	4.2	4.6	4.6	3.7	3.7
	15	4.2	8.2	10.8	10.4	8.2	5.7	9.0	8.7	8.4	7.5	9.2	7.8	6.4
	20	7.5	11.8	15.0	13.3	11.8	7.0	11.5	11.4	11.4	10.5	10.6	10.3	9.3
	30	9.4	18.5	17.1	16.9	14.8	14.1	15.3	15.0	14.5	12.8	15.0	14.5	13.8
	40	12.0	19.3	21.0	19.5	19.0	16.0	19.0	19.5	19.5	16.5	17.4	16.8	17.2
葉数 (枚)	5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	10	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.2	2.0	2.0	2.5	2.2	2.5	1.0
	15	1.5	2.5	3.0	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5	3.0	2.3
	20	2.0	3.0	3.2	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0	3.2	3.0
	30	3.5	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.0	3.5	3·0	3.5	3.0
	40	5.0	7.5	8.0	8.0	8.6	6.0	6.0	6.5	5.0	8.0	6.0	6.0	5.0
根長 (cm)	5	0.3	0.7	0.6	0.6	0.7	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6
	10	0.6	1.3	1.2	1.2	1.2	0.7	1.1	1.2	1.0	1.1	1.0	1.4	1.3
	15	1.4	2.0	2.4	2.1	1.9	1.4	2.0	2.2	2.0	1.6	1.7	1.9	2.0
	20	2.4	2.7	3.4	3.4	2.6	2.0	2.5	3.0	2.8	2.8	2.8	2.5	2.5
	30	3.2	3.6	3.8	3.3	3.1	2.8	3.5	3.2	2.9	3.2	3.2	3.0	3.2
	40	3.4	3.6	4.8	4.0	3.7	3.1	3.6	3.5	3.4	3.3	3.5	3.7	3.8
根数 (本)	5	1.0	1.3	1.4	1.2	1.1	1.2	1.2	1.3	1.2	1.0	1.1	1.0	1.0
	10	4.9	5.1	6.3	5.8	6.4	5.6	5.5	6.8	6.8	4.8	6.1	6.3	6.7
	15	5.1	8.2	6.7	6.3	6.8	5.8	7.1	7.5	7.4	6.8	6.7	6.5	7.1
	20	7.6	8.6	7.9	7.6	7.7	8.1	10.1	12.6	11.9	10.1	12.3	9.1	10.9
	30	13.1	13.6	14.1	14.0	12.3	11.1	13.5	16.8	13.4	10.8	13.2	11.0	14.2
	40	15.0	16.0	16.0	15.1	12.4	12.8	13.8	16.9	14.4	12.5	16.5	16.0	16.0
草丈/根長 (%)	5	3.33	3.57	5.20	3.84	2.00	2.50	4.00	3.00	3.40	4.00	4.50	3·40	2.50
	10	4.17	5.30	4.67	4.67	5.40	5.15	3.54	4.17	4.20	4.18	4.60	2.64	2.85
	15	3.00	4.10	4.50	4.96	4.31	4.07	4.50	4.83	4.20	4.69	6.57	4.11	3.20
	20	2.29	3.28	3.26	3.33	4.07	3.20	4.60	2.85	3.00	3.75	3.03	3.44	3.72
	30	2.94	4.58	2.95	4.02	4.78	6.36	4.03	3.57	3.72	3.05	4.16	4.83	3.45
	40	3.53	5.30	4.37	4.87	5.13	5.16	5.27	5.57	5.78	5.90	4.97	4.54	4.54

註　20ケ体平均　………　除紙期を示す

第2図　成苗歩合に及ぼす影響



註 1—12は供試番号━早播区 ─晩播区

段の差を示し，その他の区に於ても67～87%で，最も保温効の劣るビニール液を新聞紙に塗布した区でも61.1%を示し，保温紙の利用が出芽歩合を高めるために有効であることは近藤氏(61)及び木戸氏(2)の結果と同じである．之に較べると晩播区は全般的に高率となつてはゐるが(45)，保温紙別の傾向が早播区と全く同一であることは，保温紙の物理的性質の差異を明らかに示してゐる．

尚本表の結果から見れば出芽に対する通気性の良否の影響は全く見られないが，少くとも発芽初期に於ては寧ろ温度の影響の方が大きかつたのでなからうか．

第9—1表　草丈，成葉数，根長，根数に及ぼす影響（晩播区）

項目	播種後日数	裸地	試験区番号 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
草丈(cm)	5	1.8	3.8	3.1	3.21	3.5	2.5	3.5	3.6	3.5	3.4	3.0	3.5	2.8
	10	8.0	10.0	11.5	1.01	10.3	8.5	10.1	10.2	10.0	8.5	10.5	10.0	10.3
	15	14.5	17.0	18.5	17.5	17.3	14.0	18.0	19.8	18.0	19.5	17.9	18.0	15.5
	25	19.0	20.8	23.8	23.1	22.8	20.3	21.8	24.0	21.8	20.8	22.5	23.0	19.0
	35	25.4	27.1	33.7	33.7	30.0	25.7	29.0	32.1	29.4	27.8	28.0	25.7	23.6
葉数(枚)	5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	10	1.0	2.2	2.3	2.0	2.2	1.0	2.0	2.2	2.0	1.5	1.8	2.0	2.0
	15	2.0	3.0	3.2	3.0	3.0	2.3	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	25	6.0	7.0	11.0	11.0	9.0	6.0	7.0	12.0	10.0	10.0	7.0	9.0	6.0
	35	7.0	14.0	17.0	12.0	12.0	11.0	11.0	14.0	14.0	14.0	11.0	11.0	14.0
根長(cm)	5	1.1	1.5	1.5	2.2	1.2	1.1	1.8	2.3	2.0	1.5	1.8	1.3	1.8
	10	2.1	2.0	2.8	3.0	1.8	1.5	2.1	2.6	2.5	2.2	2.3	2.2	2.4
	15	3.0	3.0	3.2	3.5	3.1	2.1	2.8	3.4	3.2	3.1	2.8	3.0	3.0
	25	4.0	3.2	3.4	3.8	3.8	3.6	4.8	5.0	5.2	3.6	4.2	3.7	4.8
	35	5.2	4.8	5.2	5.6	6.2	5.8	5.8	6.1	6.4	4.9	6.6	5.3	6.1
根数(本)	5	3.2	3.8	4.9	4.0	5.2	3.0	5.6	5.8	4.2	4.2	5.3	4.4	5.2
	10	5.8	4.8	6.5	8.0	6.2	6.0	6.3	9.0	10.0	6.0	9.7	6.1	10.1
	15	9.0	7.8	9.7	10.1	10.0	7.5	12.0	12.0	13.2	12.1	12.5	11.1	12.0
	25	14.5	14.0	15.0	15.0	14.0	13.0	18.0	20.0	23.0	18.0	20.0	14.0	15.0
	35	18.0	25.0	26.0	23.0	19.0	17.5	23.0	29.0	28.0	22.5	24.0	18.5	19.0
草丈/根長(%)	5	1.63	2.06	1.45	2.91	2.27	1.94	1.56	1.56	1.75	2.26	1.66	2.69	2.53
	10	3.81	4.16	3.66	5.72	5.66	4.81	3.92	4.00	3.86	4.56	4.54	4.29	5.00
	15	4.83	5.78	5.00	5.58	6.66	6.43	5.82	5.62	5.64	6.39	6.00	5.11	5.66
	25	4.52	7.00	6.07	6.00	5.64	4.34	4.19	5.77	5.57	5.35	6.21	3.59	6.50
	35	4.88	5.64	6.48	6.00	4.83	4.43	3.00	5.26	4.59	5.67	3.24	4.88	3.86

註　20ケ体平均　………… 除紙期を示す

3) 草丈，主幹葉数，根長及び根数

草丈，主幹葉数，根長及び根数の調査成績は第8～9表，第3～5図の如くであつた．

（イ）草　　丈

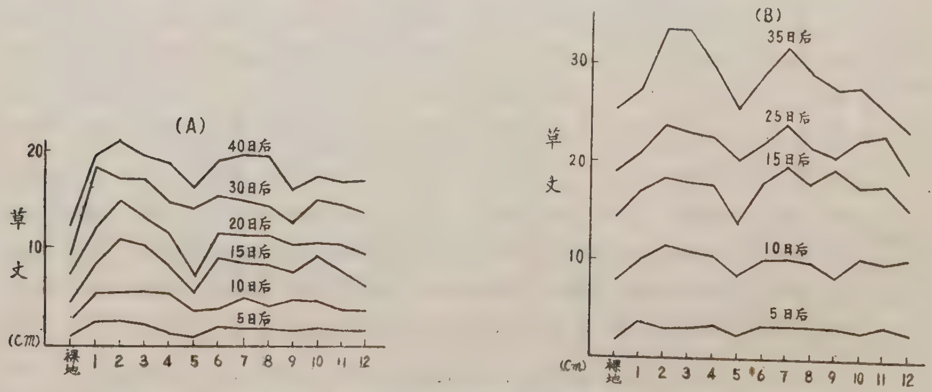
第8～9表に拠れば，出芽後の草丈の伸長は晩播区が既に高温時であつたがために，同一日数の苗でもその草丈は早播の略々倍の生育を示してゐるが，伸長経過は略同様で，早播区は播種後10～15日頃，晩播区は5～10日頃から保温効果が顕著に現はれ，裸地及びビニール液を新聞紙に塗布したものは保温効果に乏しいので之より5～10日遅れてゐる．草丈の伸長は大体地温の高低に平行してゐることが窺はれ，晩播は早播より，又良質で保温効果の大きな保温紙は小なるものより草丈は何れも高くなつてゐる．殊に早播塩化ビニール区の草丈の伸長が最も顕著で[34]裸地に較べて除紙時（播種後20日）4～7cm．高くその他の保温紙は多少之より劣るが夫れでも2～4cm．高いから，保温の効果は明らかに認められる．併し苗取時（播種後35～40日）には，一，二の例外を除けば各保温紙間の差異が少くなり，塩化ビニール布の草丈が特に長大と云ふことはなかつた．これは除紙後の伸長生長力の差異に基く結果で，塩化ビニール布は被覆中高温に過ぎ（殊に晩播の場合），通気性に欠け，徒長軟弱であつたために除紙後の恢復に稍手間取つたのに対し，油紙の内（No. 7. 8）には被覆中の透熱性，通光性等で常に塩化ビニール布に対して劣位であつたものが除紙と共に急に生育が旺盛となつたから保温中の両者の差が次第に縮められたものと思ふ．尚本成績に於ては塩化ビニール布の内では No. 2 の梨地のものが最も優れ，油紙中では No. 7. 8 が優つてゐるが，メラミン樹脂加工紙（No. 11）前年の油紙（No. 12）及び No. 9 は早，晩播区共常に劣つてゐた．

第9－2表　除紙時の苗の生育状態
（昭和26年）

	裸地（C）	保温（A）	保温（B）
草　丈（cm）	8.35	9.67	8.60
葉　数（枚）	2.1	2.5	2.0
根　数（本）	7.3	6.6	5.3
根　長（cm）	7.5	7.2	4.0
生体量（mg）	36.7	55.3	38.9
	（100）	（150.7）	（106.9）
T/R　率（%）	69	79	98

註　10ヶ体平均　播種後12日目
保温A～Bは供試番号
（Bは昭27 No. 10に同じ）

第3図　草丈伸長に及ぼす品質の影響



註　1～12は供試品番号，Aは早播区，Bは晩播区

（ロ）葉　　数

早播では裸地のものはもとより保温したものに於ても生育が遅く第8～9表の如く，播種後15日で1.5～3.0枚，40日後に於ても5.0～8 6枚に過ぎないが，晩播では，15日目に2.0～4.0枚で，除紙期の葉数は早播の場合と較べて多い程でなかつたが，除紙後は草丈の伸長と共に急激に

増加し，35日目に11.0～17.0枚になつてゐる．葉数は気温並に光線の多少に左右されることは植田氏[19]も認めて居り，直接的には草丈，分蘖数に関係する筈であるが本調査成績に於ては必ずしも一致してゐない．尤も塩化ビニール布 No. 2 は全供試品中最も増加率が高く，早播，晩播共同じ傾向を示してゐるが，他の保温紙の間には通光性，透熱性又は保温性程度の差と葉数との関係は不明瞭で，又草丈に於ても密接な関係が見出されない，併し，途中の経過に於ては透熱性，通光性の大きな塩化ビニール布及油紙類が葉数が優つてゐるから草丈と共に日中の高温が之に関係するものであらうことは盛永氏[64]も認めてゐる．

併し，その原因の究明は出来ないにしても，各保温紙間の葉数の差は早播の場合に可成り顕著で，それが除紙後にまで及んでゐる．この内ビニール塗紙(No. 4)は除紙後の葉数増加が寧ろ顕著になつてゐるが，メラミン脂加工紙は除紙後に於ても劣り，その他一般の油紙類は常に漸増の型をとつてゐる．併し晩播になると之等の差異が不明瞭で，苗取時には油紙類特に No. 7. 8. 9 の如きものが塩化ビニール布より葉数が多く，高温期には油紙程度の透熱性，保温性並に通気性が適当であることを示してゐる．

（ハ） 分 蘖 数

早播区の調査を欠くが，晩播区の調査成績は第10表の如く，裸地育苗のものと比較すれば多少保温区の方が優つてゐるが各区の間に大差は認められなかつた．片山氏[64]及関谷氏[25]は第一号分蘖の出現は主幹第4葉の出現時であるが光の制限を与えると分蘖の発生は遅延若くは不良となる事実を認めてゐる．従つて分蘖数は当然出葉数に応じて増加すべきであるが，極めて不良に終始したのは育苗時の高温と被覆中の光の制限が影響したのでなからうか[64]．このことは被覆中通光性に欠いだNo. 5の分蘖の不良であること及び塩化ビニール布の比較的寡蘖であることから想像される．深城氏[68]及植田氏[19]は光の制限が水稲の分蘖を遅延せしめることを認めてゐるが，本調査の結査も略々これに近い傾向が窺はれる．

第10表　分蘖数に及ぼす品質の影響　(晩播区)

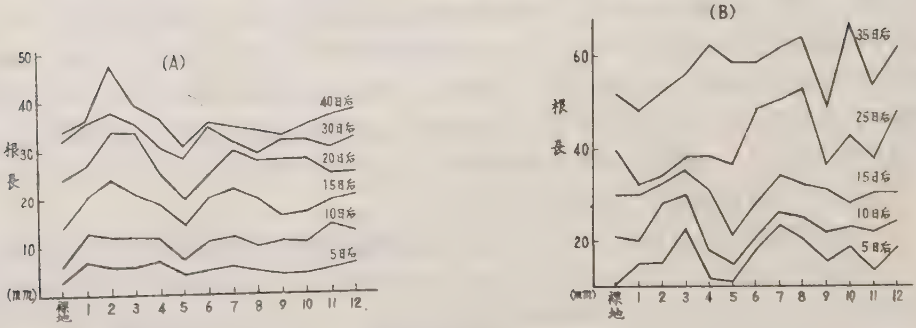
播種後日数	裸地	試験区番号											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.4	0.4	0.2
25	0.6	0.8	1.0	1.0	0.6	0.6	0.6	1.0	0.8	0.8	0.6	0.8	0.6
35	0.8	1.0	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2

註　20ケ体平均　1～12は供試番号

（ニ） 根長及び根数

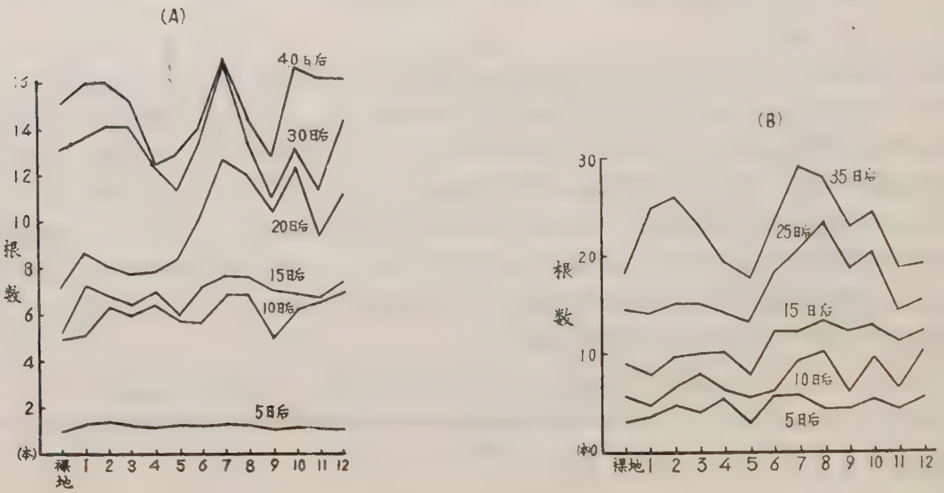
根長及び根数は地温並に通気の良否に関係し，且つ又地上部の伸長量にも関係があると考えられるが，調査の結果は第8～9表，第4～5図の如く，各区の間に明らかな差が認められ，品質別の特徴が出てゐる．即ち総体的に塩化ビニール布は初期の発根状態が不良で根の伸長も良好と云えないが，油紙類は初期から発根伸長が旺盛で，特に除紙前後を境として急激に増してゐる．これは恐らく塩化ビニール布のような透熱性の高いものでは，出芽初期には地温の上昇と共に草丈のみならず，根部の伸長増加を促したであらうが，苗代後半に近づくに従ひ気温の上昇に従つて保温の効果も減退し，剰へ時には高温に過ぎ，通気性に欠いだことが，次第に根部の発達を阻害したとも考えられる．佐藤氏[51]は発根力は苗の生長につれて漸増し播種後40～45日頃最大と

第4図 根長伸長に及ぼす品質の影響



註 1～12は供試番号，Aは早播区，Bは晩播区

第5図 根数増加に及ぼす品質の影響



註 1～12は供試番号．Aは早播区，Bは晩播区

なると述べ，加藤氏[69]は地温が35°C を越せば根が繊細になることを認め，井上氏[52]もその適温は 30～32°C と云つてゐる．従つて本調査の如く発根，伸長が漸増して行つた油紙類の発根状態が寧ろ正常であつて塩化ビニール布のような経過は異常と謂ふべきであらう．

その他の保温紙にも多少の異常は認められるが総体的には油紙に近い経過を辿つてゐる．例えばビニール塗紙は早播晩播の別なく初期には根の伸長並に根数も極めて不良で，ビニール液新聞紙塗布のもの（No. 5）と変らないが，根長のみは除紙後急激に伸長し，他の油紙類に略ぼ適してゐるが根数は之に伴はず最も不良に終つてゐる．斯る関係は他の油紙（例えば前年の油紙）にも見られるがこれ程著しくない．これは除紙後の急激な草丈伸長と睨み合せて興味がある，尚油紙類は一般に既述の如く地下部の発育が良好で，地上部の発育と比較的均衡を保つた良苗が得られるがNo. 9 は両期共最も劣り，その傾向が時日の経過と共に顕著になつてゐる．これは第1報所載の如く透熱性，通気性並に保温効果の不良に基く被覆中の後作用の大きさの差と考えられ，草丈にもそれが現はれてゐる．

（ホ） T-R率（草丈対根長率）

地上部の伸長に対する地下部の伸長比率（T-R 率）に就いて早播と晩播とを比較すれば第11表

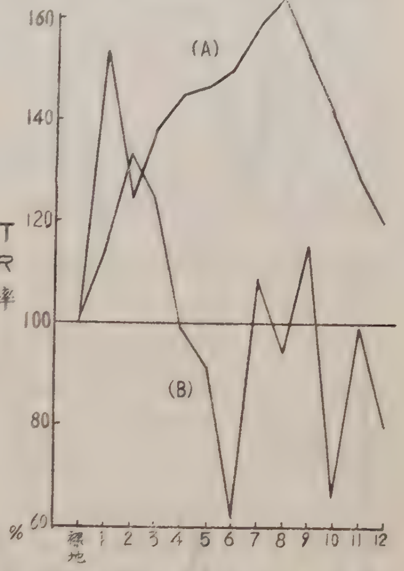
第11表　播種期別 T-R 率の変化

区別	裸地	試験区番号											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
早播区	100	154	124	138	145	146	149	158	164	153	141	129	129
晩播区	100	115	134	124	99	91	62	108	94	116	66	100	79

註　1～12供試番号　但し苗取時の調査とす．

第6図の如く塩化ビニール布 No. 2. 3 を除けば早播に比し晩播がすべ小さくなつてゐる．之は次第に気温の上昇に伴つて地下部の発達が良好となつて来たことを示すもので，早播又は晩播の内でも播種後の経過と略平行した増加が見られる．このことは育苗上大切なことで，未だ気温の低い時期（早播の場合）には保温の効果が主として草丈伸長に現はれ，気温の高い（晩播の場合）時期には草丈の伸長のみでなく，地下部の伸長発達も促進され，高温に過ぎた塩化ビニール布以外はすべて低率に傾き，裸地との差も小さくなり，苗の素質としては寧ろ好ましくなつてゐる．更に仔細に第8．9表及び第7図を見れば出芽後生育の初期には草丈伸長が根の伸長に優先して T-R 率も高いが，その後除紙期前後には根の伸長が比較的急速に行はれT-R 率が一時低下してゐる．この傾向は特に塩化ビニール布に顕著に現はれ，一般の油紙類も稍時期は遅れるがこの傾向を示してゐる．除紙後は早播の場合には専ら草丈の伸長率が高くなりT-R率が上昇してゐるが，これは除紙に依り地温保持効果が失はれたためで，同表中草丈，根長伸長率の相違から見ても明らかである．但し茲に裸地のものが之と同様な傾向のように見えるが，草丈及び根長の増加が之等と較べて遙かに低位にある事に依り之と同一に取扱ふわけに行かない．併し，晩播の場合には之と多少異り，既に高温時であるから除紙の地温に及ぼす影響は比較的少く寧ろ根の伸長が促進され，除紙後の T-R 率の高騰は見られない．尤も塩化ビニール布は同率が晩播の場合著しく下降の一途を辿つてゐることは徒長の傾向を示すことになるが，早播の場合には寧ろ低率で他の保温区の苗よりも良苗であることを示してゐる．

第6図　播種期別 T-R 率の変化



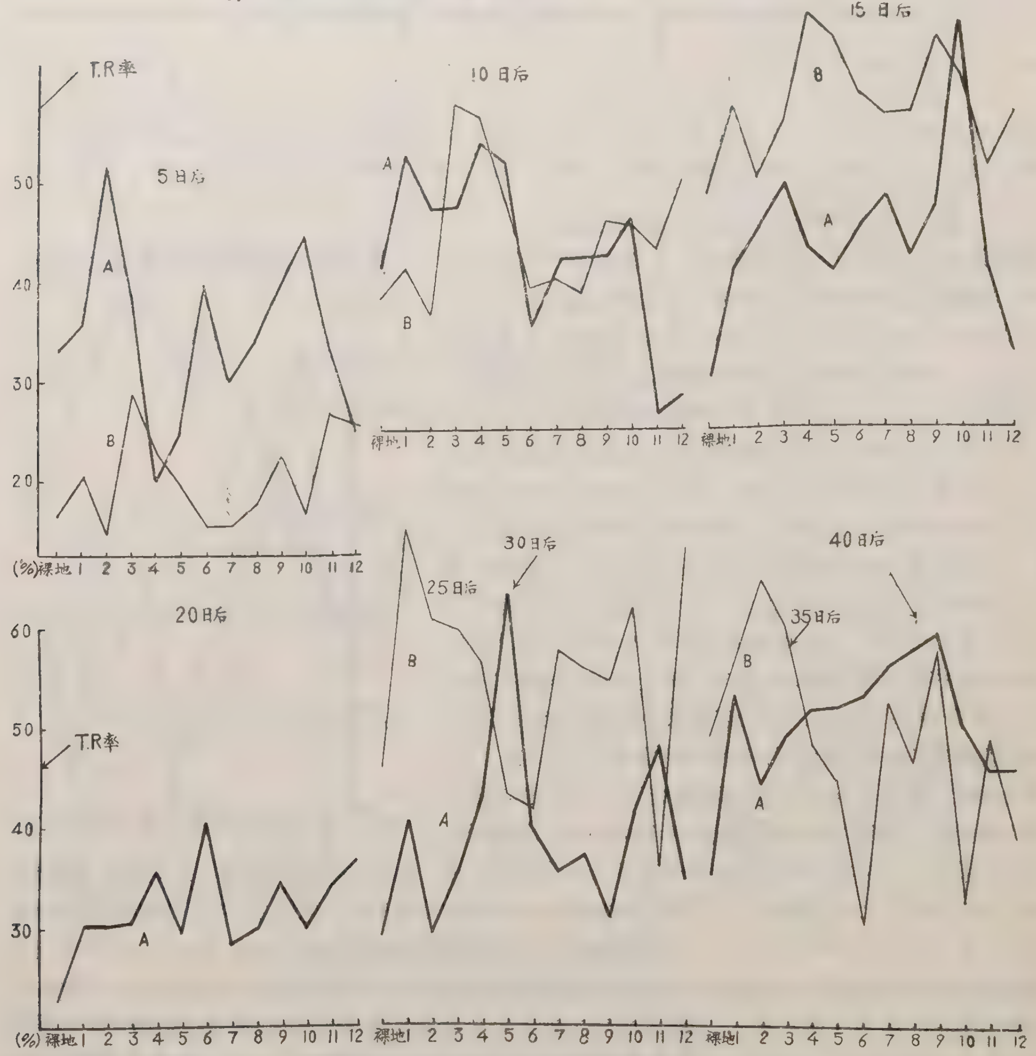
註　1～12は供試番号　A早播区，B晩播区

然し，何れにしても保温区の苗は裸地のものに比しT-R 率が高く，保温が草丈伸長に特に効果的であることを示すものである．

3)　生体重並に風乾重に及ぼす影響

苗の生体重並に風乾重は前項の草丈，分蘖数，葉齢及び根重等に密接な関係を持つてゐるが，本調査に依れば，第12，13表第8，9図の如く，除紙後の生体重及び風乾重の増し方が早播，晩播共に著しく大きい．生体重並に風乾重の増加は，草丈の伸長と略一致し，時期別並に保温紙別の差異が明らかに現はれてゐるが，その差異は草丈の差異よりも更に顕著である．就中早播の場合の塩化ビニール布の増加率は他区に比し遙かに大きく，除紙後更に高率になつてゐるのは前記T-R 率の増加から見て当然であらうが，晩播の場合には塩化ビニール布区は被覆中の高温に禍さ

第7図　T-R率の播種後日数に依る変化



註　—早播区（A）　—晩播区（B）を示す．1—12は供試番号．

第12表　生体重，風乾重及乾物率に及ぼす影響（早播区）

項目	播種後日数	裸地	試験区番号 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
生体重 (mg)	5	4.0	6.0	7.2	7.0	6.0	4.8	5.8	5.8	5.6	5.4	5.2	5.2	4.9
	10	6.6	10.4	11.0	10 8	9.6	7.2	8.9	10.4	10.0	9.2	8.8	8.6	8.4
	15	8.4	12.6	14.4	13.4	12.6	11.6	13.0	13.0	12.6	12.0	12.4	12.0	11.0
	20	10.0	22.0	24.0	24.0	20.0	16.0	17.6	22.0	20.0	16.2	18.0	15.4	13.0
	30	18.1	42.0	47.0	42.0	35.2	28.0	30.0	35.6	35.5	29.0	32.5	31.0	27.5
	40	29.5	80.0	82.0	80.0	70.0	62.0	76.0	78.0	68.0	62.0	69.0	68.0	65.0
		(100)	(271)	(278)	(271)	(237)	(210)	(258)	(264)	(231)	(210)	(234)	(231)	(221)

項目	播種後日数	裸地	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
風乾重 (mg)	5	0.7	1.4	1.4	1.4	1.2	0.8	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
	10	1.2	2.3	2.4	2.4	2.1	1.7	1.9	2.0	1.9	1.7	1.8	1.7	1.6
	15	2.1	3.4	4.0	4.0	3.0	2.7	3.2	3.4	3.0	2.9	2.9	2.8	2.7
	20	3.4	6.1	6.6	6.5	5.8	3.9	5.8	6.0	5.9	4.6	4.3	4.2	4.1
	30	4.2	9·4	9.6	9.4	8.0	5.6	7.8	8.1	7.0	6.0	7.0	6.1	5.8
	40	4.5	12.0	12.0	12.0	10.0	6.8	9.0	10.0	9.6	8.8	9.0	8.0	8.5
		(100)	(267)	(267)	(267)	(222)	(151)	(200)	(222)	(213)	(196)	(200)	(178)	(189)
乾物率 (%)	5	17.5	23.3	19.4	20.0	20.0	16.7	20.7	20.7	19.7	18.5	19.3	19.3	20.5
	10	18.2	22.1	21.8	22.2	21.9	23.6	21.4	19.2	19.0	18.5	20.5	19.7	19.1
	15	25.0	27.0	27.8	29.9	23.8	23.3	24.6	25.2	23.8	24.2	23.4	23.4	25.5
	20	34.0	27.7	27.5	27.1	29.0	24.4	33.0	27.3	29.5	28.4	23.9	27.3	31.6
	30	23.2	22.4	20.4	22.4	22.7	20.0	26.0	22.8	19.7	20.7	21.6	19.7	21.1
	40	18.4	15.0	14.6	15.0	14.3	10.9	11.8	12.8	14.1	14.2	13.0	11.8	13.1
		(100)	(81.7)	(79.4)	(81.7)	(77.8)	(59.3)	(64.2)	(69.7)	(76.7)	(77.2)	(70.8)	(64.2)	(71.2)

註　1—12は供試番号　20ケ体平均

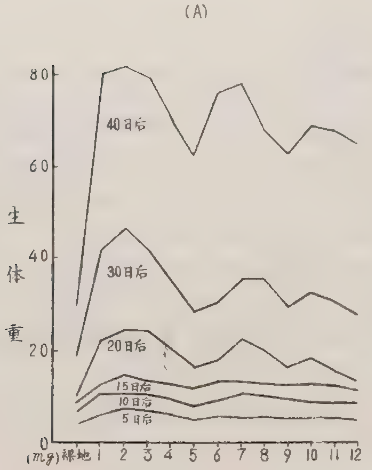
第13表　生体重，風乾重及乾物率に及ぼす影響（晩播区）

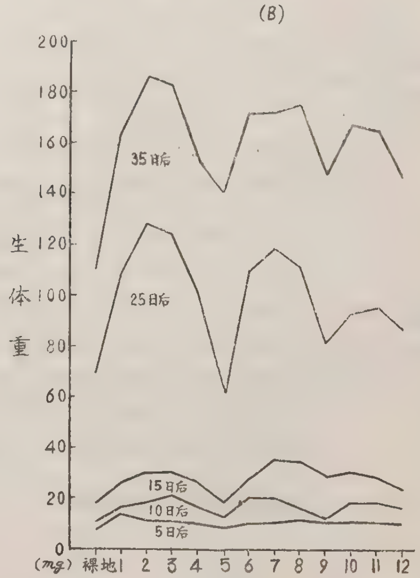
項目	播種後日数	裸地	試験区番号 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
生体重 (mg)	5	7.6	14.0	10.0	10.0	9.4	8.0	9.5	10.0	11.0	9.6	10.0	9.8	9.0
	10	10.0	16.0	18.0	20.0	16.0	12.0	20.0	20.0	16.0	11.0	18.0	18.0	16.0
	15	18.0	26.0	30.0	30.0	26.0	18.0	28.0	36.0	35.0	28.0	30.0	28.0	23.0
	25	66.0	120.0	138.0	134.0	100.0	58.0	118.0	127.0	110.0	80.0	92.0	94.0	86.0
	35	120.0	164.0	186.0	182.0	152.0	140.0	170.0	172.0	174.0	146.0	166.0	164.0	144.0
		(100)	(137)	(155)	(152)	(127)	(117)	(142)	(143)	(145)	(122)	(138)	(137)	(120)
風乾重 (mg)	5	1.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	1.9	2.0	2.0	1.8	1.9	1.9	1.7
	10	3.0	3.9	4.0	4.0	3.7	3.5	4.0	4.0	4.5	3.8	3.9	3.7	3.5
	15	5.0	6.5	7.0	6.8	6.6	5.1	6.3	6.8	6.4	6.0	6.5	6.0	5.1
	25	18.0	26.0	39.0	35.0	24.0	20.0	30.0	36.0	34.0	26.0	30.0	26.0	19.0
	35	20.0	37.0	56.0	52.0	42.0	26.0	46.0	50.0	40.0	36.0	46.5	37.0	32.0
		(100)	(185)	(280)	(260)	(210)	(130)	(230)	(250)	(200)	(180)	(233)	(185)	(160)
乾物率 (%)	5	14.8	14.3	20.0	20.0	21.3	22.5	20.1	20.0	18.2	18.8	19.0	19.4	18.9
	10	30.0	24.4	22.3	20.0	23.1	29.2	20.0	20.0	28.1	34.6	21.6	20.6	21.9
	15	27.8	25.0	23.3	22.7	25.4	28.3	22.5	18.9	18.3	17.2	21.7	21.4	22.2
	25	27.3	21.7	28.2	26.1	24.0	34.5	25.4	28.3	30.9	32.5	32.6	27.7	22·1
	35	16.7	22.6	30.1	28.6	27.6	18.6	27.0	29.1	23.0	24.7	28.0	22.6	22.2
		(100)	(135)	(180)	(171)	(165)	(111)	(162)	(174)	(138)	(148)	(168)	(136)	(133)

註　1～12は供試番号　20ケ体平均

第8図 生体重に及ぼす影響

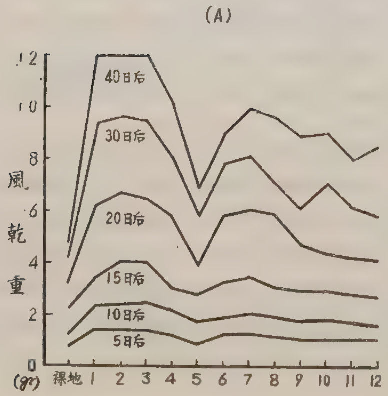
註 1～12は供試番号
A早晩区 B晩播区を示す

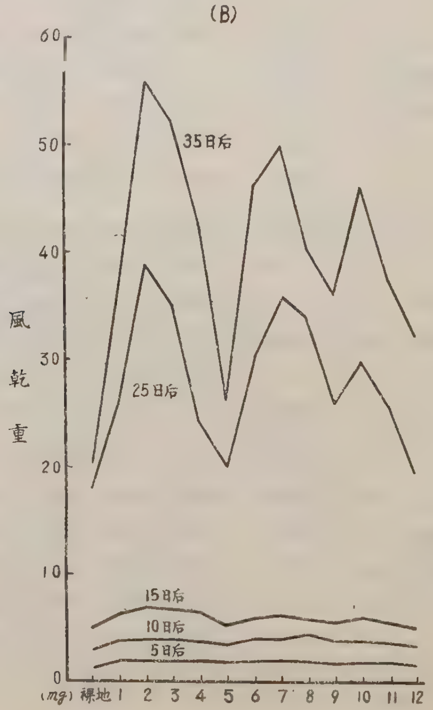




第9図 風乾重に及ぼす影響

註 1～12は供試番号
A早播区 B晩播区を示す

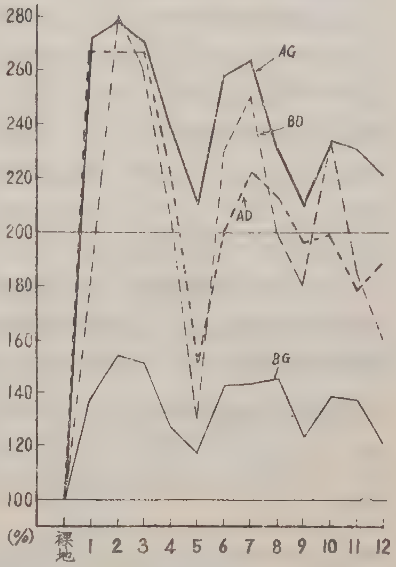




れることが多かつたために除紙期までは油紙類より寧ろ劣り，除紙後になつて漸く之に優つてゐる．勿論ビニール液新聞紙塗布（No. 5）が裸地よりも劣り，油紙 No. 9 も亦両期共劣つてゐるのはすべて保温紙として不適当な品質のためでその理由に就いては既に述べた．その他の油紙 No. 10，メラミン樹脂加工紙及前年の油紙も余り良好とは思はれない．

今裸地と保温区の苗素質に就いて比較すれば第12表，第10図の如く，保温区の生体重，風乾重は早播の場合に裸地と格段の差が認められる．併し晩播となると風乾重の差は大きいが生体重では余り大きな差がない．これは両期の苗がその素質に於て全く違つてゐることを示すもので，保温早播に依り裸地苗よりも遙かに大なる苗が得られること，又早播時には塩化ビニール布が油紙類に優つてゐることを示し，保温晩播の生体重は早播裸地苗と変らないが風乾重が大きいこと，換言すれば裸地苗の方が寧ろ軟弱であつたことを示してゐる．

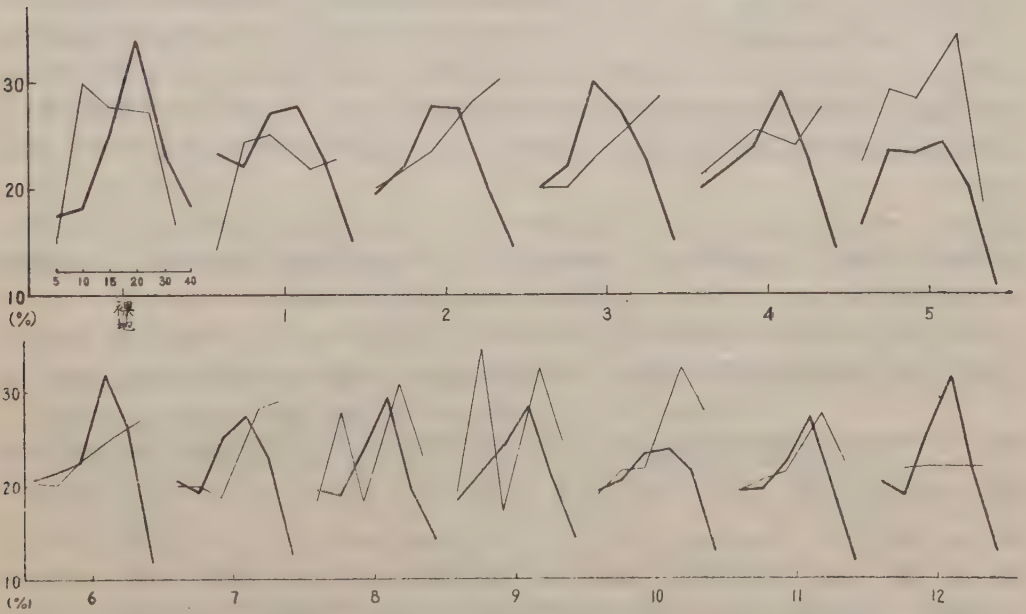
第10図　被覆区の生体重及風乾重の裸地区に対する比率



註　1～12は供試番号；生体重比率，AG（早播）BG（晩播）；風乾重比率，AD（早播）BD（晩播）裸地を100とす

更に乾物率（風乾重/生体重）に就いて見れば，第12，13表，第11図の如く，その消長は播種期に依りその型を異し，早播時には播種後20日頃まで漸増しその後は漸減してゐるに反し晩播時には一，二の例外を除けば漸増の一途を辿つてゐる．早播時の播種後20日頃の峠は保温区のみならず裸地のものにも現はれ又晩播の裸地及びビニール新聞塗紙（No. 5）に

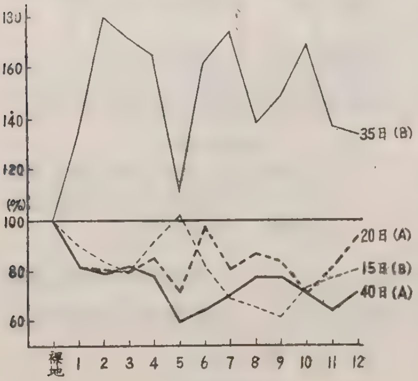
第11図　乾物率に及ぼす影響



註　1～12は供試番号　播種後5．10．20．25．30．35．40日目の変化を示す　━早播区（A）━晩播区（B）

も現はれてゐることから見れば必ずしも保温の影響とは考えられない．然し早播の場合この転換期が除紙期に当つてゐること及び晩播の裸地，ビニール新聞塗紙の如く保温効果の欠けたものに同じ状態が除紙期を境として起つてゐるところから保温との関聯に就いて多少の疑問を残さないではないが，又一方その頃から気温の上昇に伴ひ，草丈，葉数の増加並に生体重，風乾重の増加が急激に行はれてゐるから，その結果として乾物率の低下が起つたとも考えられる．或は又追肥の影響であつたかも知れないので，これに就いては更に繰返し検討して見る積りである．併し晩播の場合には大体出芽後日数の経過に従つて漸増して居り，苗の素質としては早播の場合よりは優つてゐたことになる．これから見れば晩播の場合には既に気温の高い時期であつたから被覆中の期間も除紙後も草丈伸長のみならず生体重，風乾重に対しても停滞期を持たなかつたのでなからうか．この事実は前掲第8，9表の草丈伸長表，第7図の草丈対根長比率の増加，第10図の対裸地生体重比率の低いことより見て裸地育苗のものに対しても充てはまるのでなからうか．更に保温紙別差異に就いては，之亦明らかな差が認められ，ビニール液新聞紙塗布のもの及び油紙 No. 9 は最も不良で，メラミン樹脂加工紙（No. 11）及び前年の油紙(No. 12）も之に次いで劣つてゐる．塩化ビニール布区の生体重及び風乾重は常に他の何れの保温区より優つてゐることは事実であるが，その比率即ち乾物率に於ては必ずしも優つて居らず，特に早播保温時の同率が油紙より低いことは保温末期には稍大苗で軟弱化の徴候を現はし始めたことが推測される（第12表）．従つて早播保温の場合は特に除紙期の適期選定が大切で苗長如何に拘はらず15～20日を限度とすることが行はれてゐる．[55][56][57][58][59]

第12図　乾物率の裸地に対する変化



註　1～12は供試番号
A早播区　B晩播区

更に第12表，第12図[3][6]に拠れば，乾物率の対裸地と比率は早播では漸減，晩播では漸増し，最後には全く逆の関係になつてゐる．これは早播区と晩播区の苗の素質の大きな差異を示すもので前者では保温に拠り軟弱，後者では保温に拠り更に剛苗となつたことを示し，晩期育苗にも保温紙利用の効果が顯著に見られたことを示し，苗の伸長促進を特に必要としない場合には特に塩化ビニール布を用いなくとも良質の油紙でも充分であることを示してゐる．

4）葉　　色

除紙直前（早播区，播種後20日目，晩播区15日目）の葉色は第13表の通りである．その比較は単に肉眼鑑定に拠つたものであるから正確を欠くが各区間の差は余り大きくなかつた．

田川氏[50]は温床苗代の苗は葉緑素含量が減少することを述べ沖永氏[28]，Popp氏[14]，植田氏[49]も光線の波長と葉緑素含量消長の関係に就き自然状態のものが最も多く橙色が之に次ぐことを述

第13表　葉色に及ぼす影響

区別	裸地	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
早播区	−	++	++	++	−	−−	++	++	++	++	++	−	−
晩播区	++	++	++	++	−	−−	++	++	++	++	++	−	++

註　++ 濃緑色，+ 緑色，− 稍淡緑色，−− 淡緑色を示す

べてゐる．調査の結果葉色が比較的淡緑色であつたのは，ビニール塗紙 No. 4とこれを新聞紙に塗布した No. 5 及びメラミン樹脂加工紙（No. 11）のみで他は葉色が正常であつた．中山氏[65]は葉色の異る水稲二変種間の乾物量の差について研究し，淡色のものはこれが少いことを述べてゐるが本調査の No. 4 は之に当らない，ただこの淡緑色のものが No. 4 や No. 11 の如く白色化の著しい保温紙のものに多いことは通光性の良否よりも温度その他の育苗条件の影響であつたかも知れない．尚本調査の範囲では保温紙の色調の濃淡による葉色の差は認められず又除紙後に於てはすべて濃緑色を呈し区間差異は殆んど見られなかつた．

総　　　　括

以上調査した結果を総括すれば次のようになる．即ち，塩化ビニール布は種類に依り多少の差はあるが，本調査の範囲に於ては，何れも育苗効果は顕著で，発芽歩合，及地上部並に地下部の発育もよく健苗の促進が期待される．特に No. 2 は保温効果が大であることが，第一報に於て認められてゐたが，圃場実験に於ても顕著に現はれ，最も良苗を得た．然し何れも被覆期間が長期に亘るに従ひ稍徒長軟弱の傾向を現はし始めるが除去後は速かに恢復し，健苗化してゐる．

本実験の範囲では通気性の影響を窺知し得なかつたが被覆期間が長期に亘る場合には之を考慮して育苗しなければ苗の劣変が起るかも知れない．

ビニール塗紙は保温効果が少く苗は短剛であるが地下部の発育は必ずしも他の保温紙を凌ぐ成績は得られず，育苗効果は油紙に劣つてゐる．尚，紙質が不良であるので取扱ひに注意を要する．

油紙類は一般に保温効果は高いが地温上昇の効果が塩化ビニールに劣り，成苗歩合も稍低く使用中変質して耐久力を失ひ，破損するなど多少の欠陥が認められ，被覆中の徒長が概して少く良苗が得られる．併し中には品質の劣悪なものもあるから使用に当つてはよく吟味する必要がある．

メラミン樹脂加工紙（No. 11）は透熱性，通光性に富んでゐるが，変質し易く変質後の保温効果の減退（第1報）から苗の伸長が不良となり，更に T-R 率が低く乾物率の劣つてゐる点から実用性に欠けてゐる．

一般に保温苗代は裸地に較べて発芽歩合が高く健苗の促進に顕著な効果があるが徒長に陥らない内に除紙する必要がある．特に塩化ビニール布を用ふる場合は通気に注意し被覆期間が長期に亘らぬことが必要である．

保温育苗の効果は特に早期播種に認められるが晩種播種の場合にも効果がある．この場合前者は育苗促進，後者は健苗促進に役立つ．

摘　　　　要

1. 本試験は第1報に記載した水稲育苗促進に用いられる被覆用紙の物理的性質が発芽並に苗の素質に及ぼす影響に就いて調査したものである．
2. 本実験に用いた保温紙は第1報所載のものと同一で，水稲品種は旭4号である．
3. 調査は気温，水温，地温，草丈，葉数，根長，根数，葉色，生体重，風乾重及成苗歩合等に就いて比較した．
4. 地温上昇並に保持効果は保温紙の物理的性質の差異に応じて現れ苗の生育に差異を生じたが，塩化ビニール布では時に生育に不適当な高温になつたこともあつた．

5. 低温時には保温の効果が草丈の伸長に現はれ，高温時には根部の発達にも役立つた.
6. 保温は苗の重量増加を増し，乾物率は低温時より高温時の方が高い.
7. 低温時の保温苗は裸地苗より軟弱となるが高温時は裸地苗よりも強剛となる.
8. 塩化ビニール布は発芽歩合を高め，最も良苗を得たが，通気に考慮を払ひ被覆期間は長期に亘らぬことが大切である.
9. ビニール塗紙は保温性を欠き，苗の生育は稍遅れるが，除紙後の生育は良好である．但し紙質が不良であるから取扱ひに注意を要する.
10. メラミン樹脂加工紙は保温育苗の効果が低く，紙質も不良，苗の生育もよくないから一考を要する.
11. 油紙類は発芽歩合が稍劣るが，保温性に富み苗の素質も良好である．併し，中には不良なものもあるからその選択には注意を要する.

参　考　文　献

(1) 八鍬利助 (1951)：油紙の日射の透過　農業及園芸　Vol. 26
(2) 木戸三夫 (1951)：保温折衷苗代用紙の検討　農業技術　6—11
(3) 岡村勝政 (1951)：保温折衷苗代の実際　富民社　Vol. 26
(4) 農林省農業改良局普及部 (1952)：新温床紙試験成績の検討
(5) オリエンタル工業株式会社 (1952)：紙質試験成績
(6) 農林省 (1951)：中国四国地区保温折衷苗代普及協議会資料
(7) 山縣縣農業試驗場 (1950)：保温折衷苗代試驗成績
(8) 青森縣農業試驗場 (1950)：保温折衷苗代試驗成績
(9) 山形縣農業試驗場 (1951)：苗の発育生理と保温折衷苗代　農業山形　1—1
(10) 新潟縣農業試驗場 (1951)：保温折衷苗代試驗成績
(11) 高橋大三 (1922)：苗代の水深と温度及苗生育との関係　大日本農会報　492
(12) 近藤万太郎 (1918)：苗代に於ける籾種の発芽に就て　農学会報　188
(13) 近藤万太郎 (1921)：籾種の発芽生育並に苗に就きての研究　大日本農会報　478
(14) Popp, H, W. (1928)：A physiological study of the effect of light of various ranges of wave length on the growth of plants. Amer. Jour. Bot. 13
(15) 東條健二 (1935)：稲苗の成長に対する土壌温度の影響に就て　作物学論集
(16) 野口彌吉 (1947)：稲の炭素同化作用に関する研究　日作紀　10—2
(17) 松田清勝 (1927)：低温に於ける二、三品種の発芽に就て　日作紀　2—3
(18) 原島重彦 (1946)：低温に於ける種子の発芽現象につき水稲及陸稲の比較　日作紀　9. 3
(19) 植田宰輔 (1947)：光線の强度が小麦の生育に及ぼす影響　日作紀　10. 1
(20) 佐藤健吉 (1949)：水稲の生育時期による発根力の変化　日作紀　12. 4
(21) 小坂博 (1949)：通苗代の調査並に改良に関する研究　III　12. 4
(22) 田中稔 (1947)：苗代水温上昇度を左右する氣象要素の検索　日作紀　10
(23) 八鍬利助 (1937)：土壌水分含存量と地中温度　農業及園芸　12—12
(24) 佐藤健吉 (1946)：水稲の苗代播種量と苗の発根力に就て　日作紀　15—1
(25) 関谷福司 (1952)：水稲幼作物の分蘖原基及分蘖芽に関する研究　日作紀　20—1.2　21—1
(26) 檀上勉 (1950)：禾穀類の発芽に於ける胚乳貯蔵養分消費に関する研究　日作紀　19—3.4
(27) 木戸三夫 (1949)：寒冷地帯に於ける水稲の育苗技術　農業及園芸　24—3
(28) 沖永哲一 (1943)：稲の葉緑体色素の形成に就て　農業及園藝　18—10
(29) 杉浦正二 (1952)：水稲幼植物に於ける冠根の発生について　日作紀　21—1.2

(30) TAKAHASHI (1905): Germination in absence of air. Bull. C. A. Tokyo. 6
(31) 井上重陽 (1925)：水稲及陸稲の種子発芽の差異　大日本農業会報　531
(32) 佐々木喬 (1926)：空氣の供給を制限せる場合の発芽　農学会報　546
(33) 左田巨 (1926)：稲の幼植物の初期生長　農学会報　286
(34) MORINAGA (1925): Aerobic and anaerobic germination. Bot. Gaz. 79
(35) ―――― (1926): Reduced oxzen supply upon germination A. J. Bot. 13
(36) ―――― (1926): Germination of seeds under water A. J. Bot. 13
(37) 宮城実夫 (1937)：温床苗代育苗に関する二，三の考察　日作紀　9―3
(38) 土肥一三，奥山茂夫，(1924)：苗代の温度に就て　大日本農会報　503
(39) 近藤万太郎 (1921)：苗代の温度の研究　農学会報　223
(40) 近藤万太郎，岡村保 (1930―31)；水温と稲の生育との関係　日作紀　2―3
(41) 宮城実夫 (1937)：冷寒対策としての温床苗代の効果　農業及園芸　12
(42) 永井威三郎 (1930)：水稲陸稲及乾稲の発芽について　朝鮮総督府農試彙報　5―5
(43) 伊藤博 (1952)：水稲種の保温折衷苗代適否性試験　日作紀　21．1―2
(44) 清水茂 (1952)：塩化ビニールフイルムの農業への利用　農業技術　8．1
(45) 戸村一男 (1939)：地中変温下に於ける水稲の発芽に就いて　日作紀　8．2
(46) 近藤頼己 (1936)：水稲苗の解剖上に於ける主稈葉数　農業及園芸　11．4
(47) 松尾孝嶺 (1952)：水稲苗の素質に関する研究　最近の農業技術
(48) 三浦肇久楼 (1937)：水稲の根の発育と空氣との関係　日作紀　6―1
(49) 植田宰輔 (1937)：單色光線が水稲の生育に及ぼす影響 I　日作紀　6．4
(50) 田川隆 (1945)：水稲温床苗代育苗に関する生理形態並に解剖学的基礎研究　農業及園芸　20．1
(51) 佐藤健吉 (1919)：水稲の苗代日数と苗の発根力に就て　日作紀　13．1
(52) 井上重陽 (1938)：種子の発芽温度に関する研究　日作紀　7―2
(53) 松尾孝嶺 (1952)：水稲栽培の理論と実際
(54) 片山佃 (1952)：稲麦の分蘖研究
(55) 滝沢洗 (1952)：保温折衷苗代の検討　農業技術　7―1
(56) 佐藤幸平 (1952)：保温苗代の効果　農業技術　7―2
(57) 近藤頼己 (1951)：保温折衷苗代の課題　農業技術　6―3
(58) ―――― (1951)：水田農業の新技術
(59) ―――― (1950)：保温折衷苗代による薄播と健苗　農業及園芸　24―2
(60) ―――― (1950)：保温折衷苗代で水田経営の改善　農業及園芸　24．3
(61) 北陸農業試驗場 (1952)：保温紙の物理試驗成績
(62) 近藤頼己，木戸三夫，(1953)：保温折衷苗代用ビニール温床低の効果　農業及園芸　28―1
(63) 倉田緻三 (1952)：農業用ビニールを水稲保温折衷苗代に使つてみて　図解農業　4．11
(64) 天辰克己 (1952)：暖地育苗に於ける苗代被覆物の効果　農業及園芸　27―6
(65) 盛永俊太郎 (1950)：作物と温度及光　農業及園芸　25．2
(66) 中山包 (1951)：水稲品種の葉色と炭酸同化能との関係　農業及園芸　26―3
(67) 商工省　日本標準規格　紙質の部
(68) 深城貞義 (1927―31)：稲の分蘖に関する研究 (1―3)　九大農学芸雑誌　2―4
(69) 加藤茂苞 (1933)：日照及び温度の稲作に対する重要時期に就て　日作記　5
(70) 岡村勝政 (1951)：保温折衷苗代の普及とその反省　農業技術　6―12

Résumé

I. On the some physical qualities of oil-paper and vinyl-cloth for nursery use.

It has been found recently that oil-paper covers are very effective for the growth of paddy-rice seedlings in the nursery-bed in the cold districts of Japan. But, the quality of some of them are not always good and suitable for the growth of seedling. In this investigation, the comparison between these papers and Vinyl-clothes were made in regard to their physical qualities, viz. the strength, heat-keeping quality, passage of heat, air and light, resistance to corruption by paddy-soil and permanency etc. using 3 vinyl-clothes, 2 vinyl-papers, 6 oil-papers and meramin resinous-paper.

Results obtained are as follows :

1) Vinyl-clothes were most excellent in strength, passage of heat and light and permanency of quality, but always lack of heat-keeping quality and passage of air.

2) One of the vinyl-papers was the first class in passage of heat and light, but it was less resistant to corruption than the vinyl-clothes, and it was ferior in heat-keeping quality. The vinyl-papers are very weak in strength owing to the lack of their elasticity and expansibility.

3) Meramin resinous-paper was comparatively good in passage of heat and light, but it easily changed to white colour and apt to lose its resinous quality and resistance to corruption shortly after expōsure to the out-door conditions.

4) The majority of oil-papers were moderate in passage of air, heat and light, in heat-keeping quality and in resistance to corruption, but some of them lack some of these qualities.

It was found that the oil painted on these papers melted away gradually during the period of covering, and the papers increased their passage of heat and light, and decreased their strength.

II. The influence of quality of oil-paper and vinyl-cloth covering nursery-bed on the growth of paddy-rice seedling.

Suitability of physical qualities of oil-papers, vinyl-clothes and other nursery covers was compared in the nursery-bed experiments using paddy-rice variety "Asahi No. 4." The comparison between them has been undertaken regarding air-temperature under covering, soil-temperature, top-length, number of leaves, length and number of roots, leaf colour, green and dry weight of seedlings, germination etc.,

The results obtained are as follows :

1) The rise of soil-temperature in the bed differed according to different physical qualities of nursery-covers. When the soil temperature rose high, the growth of the seedlings was accelerated. When some of vinyl-clothes were used, the temperature of the nursey-bed became too high and reduced the rate of growth of seedling in the season of higher temperatures.

2) During the season of lower temperature, covering of nursery-bed was found to increase the top-length and green and dry weight of seedling, but, during the season of higher temperature, covering appeared to increase the root developement and dry matter ratio besides the increase in the top-length.

3) In the season of lower temperatures, the seedlings in the vinyl-cover plot became soft and weak, but in the season of higher temperatures, they were somewhat hard and strong.

4) In vinyl-cloth bed, the germination of seed and the growth of seedling were most excellent compared with those in the other beds, but as the vinyl-cloth lacks of passage of air, we should care the ventilation of bed during the nursery period.

5) As the vinyl-papers lack of heat-keeping quality, the growth of seedlings was not good, but it recovered after the paper was removed.
6) The growth of seedlings in meramin resinous-paper plot always remained bad owing to its small heat-keeping quality and also to change in its quality soon after using.
7) In most of oil-paper plots, the rate of germination was less than in the other plots, but the growth of seedlings was comparatively good owing to their heat-keeping quality. But, when certain oil-papers were used, the growth was not good owing to their less-suitable physical qualities.

木材並びに樹木の分光化学的研究

（第三報）発光スペクトルによる，木材並びに樹木中の化学元素の定性分析について．

畔　柳　鎮

Spectrochemical studies of woods and trees.
(III.) On the qualitative analysis of the chemical elements in woods and trees by the emission spectroscopy.

Shigeru KUROYANAGI

1. は　し　が　き

物質を構成する元素を確認する方法としては，種々の薬品を使用する，所謂化学的方法によつて，①ガス発生の有無並びにその色彩と臭気による法．②添加薬剤による試料の溶解並びにそれによつて得られる溶液に第二の試薬を作用させて，沈澱生成物を検する方法．③更には過剰の試薬に対する，沈澱再溶解の状況を実験する等，色々の種類がある．そして，それ等の各々は実験に際して，精密を要し，且つ相当の熟練を必要とするけれども，試料が相当量ある場合にはさほど困難ではない．然しながら，試料が少量の場合とか，目的の元素が微量の場合には，この様な化学的方法では，長時間を要する上に，秤量は益々困難となる．

特に林学部門に於ける，木材とか，樹木の化学分析では，試料から得られる灰分は極めて少く，稀に乾物量の10％以上もある場合もないわけではないが，普通2～4％以下の少量であり，更にその中の目的元素は二三のものを除いては，痕跡程度のものが多く，特に近年問題となつている微量元素（Microchemical elements）の分析には，上記の様な化学的操作では著しく困難か，或は殆んど不可能な場合が多い．

著者はこの様な微量元素の分析を，物理的方法によつて達成する為に，分光分析による方法を試み，既に二三の結果を発表(1)(2)して夫々の専門家の批判を仰いで来たのであるが，如上の木材並びに樹木中の諸元素の分析に，又樹木生理に及ぼす微量元素の研究に，更には林地土壌並びに肥料に関する研究分野に，幾分とも参考になるならば，著者の最も喜びとする処である．

近年分光学界の長足の進歩によつて，発光分光分析による無機元素の追跡，特に定性定量両方法の精度の向上による微量分析，ベツクマン分光々度計の発明により，吸収スペクトルによる，有機化合物への研究領域の拡充，更には赤外スペクトルによる分析対象物質の拡大等，我々農学林学方面への応用も，今後更に有望となりつゝある．

本報に於いては，その内の生材試料を用いた，木材並びに樹木の構成及び吸収元素の発光スペクトルに依る，定性分析に関する研究結果を報告し，定量分析その他については，後報に続けて発表するつもりである．

本研究の実施に当つては，株式会社島津製作所研究部科学工作課兼物理課長　橘芳実氏，同研究部科学工作課員　滝下嘉憲氏，の技術面に於ける援助と，東京都立大学長　理学博士　柴田雄

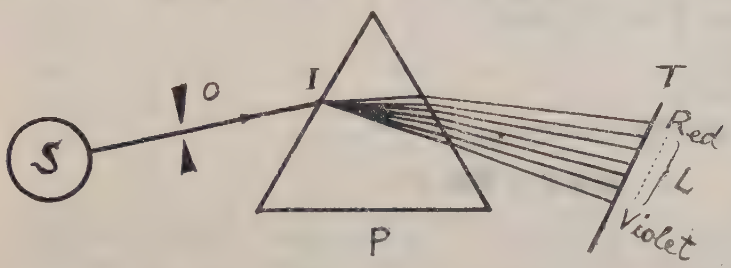
次氏，東京工業大学教授　理学博士　植村琢氏，並びに横浜医科大学教授医学博士　丹野榧彦氏を始め，分光学研究会々員諸賢から数々の，御指導と御鞭撻を受けた事を附記し，厚く感謝の意を表す次第である．尚実験その他取纒に際しては，本研究室助手　石川達芳君，雇員　塩津栄嬢の労に負う処が多い．併せて深甚の謝意を表す．

2. 原理並びに装置

(i) スペクトル (Spectrum)

第一図に於いて太陽光線 (S) を，細隙 (O) を通じて暗室に導き，プリズム (P) を通過させ，障壁 (T) に受けると，白色光は分散されて七色の虹 (red ←→ violet) を生ずる．この色の配列が物理学上，スペクトル (L) と呼ばれるものである．太陽光線以外でも物質を灼熱する時は夫々特有の色を発するが，これを上記の様にして，プリズムにより分散させると，その物質固有のスペクトルが得られる，これを分類すると一般に次の三種となる．

第一図　スペクトルの原理図



(a) 連続スペクトル ： 赤外部より紫外部に亘り連続的な形成をなすもので，主に固体を灼熱する時得られる．

(b) 帯スペクトル ： スペクトルの或部分が，帯状をなして表われるもので，主として分子によるものである．

(c) 輝線スペクトル ： 細かい繊細な線からなるもので，主として灼熱した金属元素によつて得られる．

分光分析に用いられるものは，最後の輝線スペクトルであつて，その線の出る位置は，含まれる元素によつて一定であるから，定性的には線の位置によつて，元素の種類を判別出来，又定量的には線の強さによつてその濃度が決定される．

又発光スペクトルに対して，吸収スペクトルと称されるものは，光を或る有色物質の溶液又は気体を通じてスペクトルを見る時，その中間物質の色に相当する部分が吸収されているものであつて，この吸収機構によつて，中間物質の種類や性質が判別出来る．これは主として，有機化合物の分析に用いられる．

(ii) 発光スペクトルによる定性分析の原理

前述の輝線スペクトルを得る為の発光手段には，焔光，弧光，火花，真空放電，等があつて，元素によつて刺戟の度合も異るが，元素は，単体で存在しても，化合物の状態にあつても，その発輝するスペクトルは同一であるから，或る物質を適当な方法で発光させて，スペクトル中に，その元素の輝線を見出せば，検体中にその元素の存在を確認する事が出来る．これが発光定性分析の原理である．

一般に或る一つの元素は多くのスペクトル線を出し，又それ等の線の強さも種々であるから，分析には最も適した線を選ばねばならぬが，これには各元素に夫々永存線 (Peristent line) というものがある．これはその元素の濃度を順次減少させていくと，弱い線から順次消失していく

が，こうして最後まで残る線をいうものであつて，この永存線を各元素について知つて置くと，未知の試料について，或る元素の永存線が現われるか否かによつて，その元素の存否を知る事が出来るのである．

(iii) 実　験　装　置

本実験に使用せる装置は，岡山大学農学部林学教室内分光分析実験室備付の，

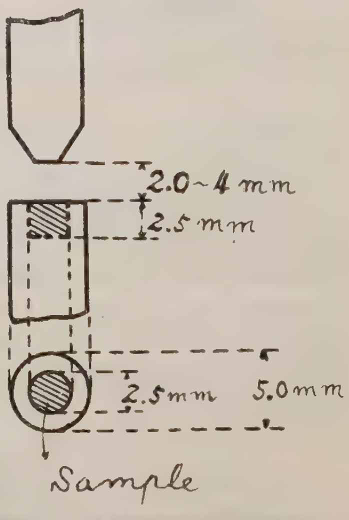
a) 大型火花発生装置（写真2）
b) 電極支持台（写真4）
c) QF—60型中型水晶分光写真器（写真1）
d) 水晶集光レンズ三個（写真1）
　　f : 80，160，220mm　ϕ : 40，15，15mm
e) 分光写真投影器（写真3）
f) SR—2型座標測定器（写真5）

を用い，全べて株式会社島津製作所製のものである．

3. 試料及び実験方法

第一報[1]及び第二報[2]に於いて，生材，灰分及びその抽出液，樹液，土壤及びその抽出液等についての二三の結果を報告したが，本報に於いては，生材のみの結果を纒めたものであつて，木材並びに樹木の各部分を小刀にて細分したまゝのものを第二図の如く，純炭素電極棒の一端に凹孔をあけ試料をこれにつめて電極支持台に取り付け，火花発生装置（電源交流100V）によつて両極間に火花を生ぜしめた．スリツトの間隙は，0.005mm 露出時間は2分間，使用乾板は富士プロセス Hard 分光写真乾板（10×4 in），現像は，FD—31現像液により，20°C にて7分間，得られた乾板は，分光写真投影器によりて20倍に拡大して，含有元素のスペクトル線を検出した．

第二図　純炭素電極棒と試料の装塡関係図



試料採取場所は，木材の樹種別比較用には，主として本研究室所有の材鑑標本を用い，樹木の部分別比較には，立地条件，土壤的因子との関係も併せて見る爲に次の四ケ所から得られたものを用いた．

a) 岡山大学農学部構内
b) 岡山市内半田山国有林
c) 岡山縣苫田郡富村内民有林
d) 玉野直營砂防地

尙別に比較用の標準試料として，本実験に使用した全べての試料の一部を混合灰化したもの，即ち各種の木材と樹木の各部分並びにその生育地土壤を集めて灰化した試料—玆では便宜上，木灰と名付けた—を用いた．

4. 實驗結果並びに考察

(1) 標準試料（木灰）のスペクトル中に見られる元素とその波長

玆に使用した標準試料とは，前述の如く，本実験に用いた全試料の一部づつをとつて混合灰化したものであつて，木材並びに樹木の各部及びその生育地土壤中に含まれる元素の全べてを含有

第一表　標準試料（木灰）のスペクトル中に見られる元素とその波長表

波　長	元素	強度	波　長	元素	強度	波　長	元素	強度	波　長	元素	強度
2296.8	C	3.0	2489.75	Fe	Sp	2566.9	Fe	0.1	○2749.3	Fe	0.5
2327.4	Fe	Sp	2490.64	Fe	Sp	2570.5	Fe	Sp	2750.1	Fe	Sp
2331.3	Fe	Sp	2491.15	Fe	Sp	2675.7	Fe	1.0	2753.7	Fe	0.1
2332.8	Fe	0.5	2496.5	Fe	Sp	○2576.1	Mn	Sp	○2755.7	Fe	0.5
2338.0	Fe	0.3	○2496.8	B	Sp	2576.7	Fe	1.0	2767.5	Fe	0.1
○2343.5	Fe	1.0	●2497.6	B	0.1	2577.9	Fe	Sp	○2776.7	Mg	0.1
2344.3	Fe	Sp	2498.9	Fe	0.1	2582.3	Fe	0.1	●2778.3	Mg	0.1
○2348.1	Fe	0.8	2501.0	Fe	Sp	2582.6	Fe	0.1	●2779.9	Mg	0.2
2348.3	Fe	0.8	2502.0	Zn	Sp	2584.5	Fe	Sp	○2781.4	Mg	0.2
2359.1	Fe	0.5	○2506.9	Si	0.5	○2585.9	Fe	0.5	○2783.0	Mg	0.2
2359.99	Fe	0.8	2509.4	C	0.1	2591.5	Fe	0.1	○2790.8	Mg	1.5
2360.3	Fe	0.8	2510.9	Fe	Sp	●2593.7	Mn	1.0	○2794.8	Mn	} 4.0
2362.0	Fe	Sp	2512.03	C	2.0	2594.2	Fe	Sp	○2795.5	Mg	
2364.8	Fe	0.8	○2514.3	Si	0.5	○2598.4	Fe	0.5	○2798.2	Mg	} 2.0
2368.6	Fe	Sp	●2516.1	Si	0.8	○2599.4	Fe	0.5	○2798.3	Mn	
2370.5	Fe	Sp	○2519.2	Si	Sp	○2605.7	Mn	0.5	○2801.1	Mn	0.5
2373.6	Fe }	Sp	2519.6	Fe	0.2	2606.8	Fe	0.3	○2802.7	Mg	3.0
2373.7	Fe }		2522.8	Fe	0.8	○2607.1	Fe	} 0.3	2836.7	C	5.0
2379.3	Fe	Sp	○2524.1	Si	0.8	○2611.9	Fe		2837.7	C	5.0
2380.7	Fe	Sp	2524.3	Fe	0.8	2613.8	Fe	0.2	○2852.1	Mg	} 0.5
○2382.0	Fe	1.0	2525.0	Fe	0.8	2618.0	Fe	0.2	○2852.8	Na	
2383.05	Fe	Sp	2527.4	Fe	Sp	2621.7	Fe	Sp	○2881.6	Si	0.5
2384.4	Fe	Sp	○2528.5	Si	1.0	○2625.7	Fe	0.5	○2928.7	Mg	0.8
2388.6	Fe	0.3	2529.1	Fe	0.8	○2628.3	Fe	0.2	○2933.1	Mn	0.5
●2395.6	Fe	1.0	2533.8	Fe	0.5	○2631.0	Fe	0.5	●2936.5	Mg	0.8
2399.2	Fe	0.5	○2534.0	P	0.5	2632.6	Fe	0.1	○2939.1	Mn	0.2
2404.4	Fe	} 0.5	●2535.6	P	0.5	2657.8	Fe	Sp	●2949.2	Mn	0.2
○2404.9	Fe		2537.2	Fe	0.5	2666.8	Fe	0.3	2965.2	Fe	Sp
○2406.7	Fe	0.5	2540.9	Fe	Sp	2714.4	Fe	0.3	2969.4	Fe	Sp
○2410.5	Fe	0.8	2542.1	Fe	Sp	2719.0	Fe	Sp	2973.2	Fe	Sp
2411.1	Fe	0.5	2543.9	Fe	0.1	2720.9	Fe	Sp	2976.1	Fe	Sp
2413.3	Fe	0.5	2544.7	Fe	Sp	2723.6	Fe	Sp	2981.4	Fe	Sp
2423.1	Fe	0.2	2545.9	Fe	Sp	2727.5	Fe	0.5	2983.6	Fe	Sp
2439.7	Fe	0.2	2546.9	Fe	Sp	2730.9	Fe	Sp	2984.6	Fe	Sp
●2478.6	C	4.0	2549.6	Fe	0.1	2734.0	Fe	Sp	2994.4	Fe	Sp
2479.8	Fe	Sp	○2553.3	P	Sp	2735.5	Fe	Sp	2999.5	Fe	Sp
○2483.3	Fe	Sp	○2554.9	P	Sp	○2739.6	Fe	0.5	3000.95	Fe	Sp
2484.2	Fe	Sp	○2558.0	Zn	Sp	2742.4	Fe	Sp	○3006.7	Ca	5.0
2487.06	Fe	Sp	2562.5	Fe	0.5	○2743.2	Fe	0.5	3007.3	Fe	Sp
2488.14	Fe	Sp	2563.4	Fe	0.8	○2746.5	Fe	0.5	3009.6	Fe	Sp

波　長	元素	強度	波　長	元素	強度	波　長	元素	強度	波　長	元素	強度
○3020.6	Fe	Sp	○3236.6	Ti	0.2	◎3440.4	K	Sp	3981.8	Ti	Sp
2026.4	Fe	Sp	○3239.0	Ti	0.2	3440.6	Fe	Sp	4031.97	Fe	Sp
3037.4	Fe	Sp	◎3247.5	Cu	0.2	3452.3	Fe	Sp	○4044.2	K	} Sp
3047.6	Fe	Sp	○3274.0	Cu	0.1	3465.9	Fe	Sp	○4047.2	K	
3057.4	Fe	Sp	○3282.3	Zn	Sp	3476.7	Fe	Sp	4062.4	Fe	Sp
3059.1	Fe	Sp	◎3302.3	Na	Sp	○3706.0	Ca	1.5	○4225.4	Ca	} 5.0
3082.2	Al	0.2	○3302.6	Zn	Sp	3719.9	Fe	Sp	○4226.7	Ca	
○3092.7	Al	} 0.2	○3345.0	Zn	Sp	○3736.9	Ca	2.0	○4680.1	Zn	Sp
◎3092.9	Al		3345.5	Zn	Sp	3883.4	C	5.0	◎4722.2	Zn	Sp
◎3158.9	Ca	5.0	◎3349.4	Ti	0.2	○3933.7	Ca	5.0	○4810.5	Zn	Sp
3168.5	Ti	Sp	○3361.2	Ti	0.2	○3944.0	Al	1.0			
○3179.3	Ca	5.0	3370.8	Fe	0.2	○3961.5	Al	0.8			
○3234.5	Ti	0.2	3432.0	Mn	Sp	○3968.5	Ca	5.0			

備　考　○：永存線　　◎：分析代表線　　Sp：痕跡　　} 印は重つているもの

数字は目測による輝線強度の比較値　　表中の元素の中 Zn のみは存在が疑しい．

するものと思はれるものである．写真（7）はこの試料と純鉄並びに純炭素電極棒のみの場合に於いて得られたスペクトル写真の一部を拡大して示したものである．この標準試料のスペクトル中に認められた輝線の数は381本であつて波長 2200Å～4600Å の範囲内に認められた．その中現在迄に元素の判明した輝線は永存線でないものも含めて209本であつて，他は勿論永存線以外の線であつて，この際余り重要でないと考えられる線である．

第一表は，元素の判明した輝線を波長の順に示したものであつて，強度とは，乾板上の線の濃さを，投影器下で目測により5階級に分けて，その度合を数字によつて表したものである．

この第一表によつて明らかなように，標準試料中のスペクトル中に認められた元素は，C, Fe, B, Si, P, Mn, Mg, Al, Ca, Cu, Na, Ti, K, Zn. の14元素であつて，この中，Zn, の存在は不明確であり，又Cは補助電極に純炭素棒を使つているので，分析の対象とはなり得ないから，結局この二つを除いた後の12元素が確認出来たわけである．

今この各元素の永存線（第一表中○印を附した線）を元素毎に一括表示すると第二表の如き波長の各線であつて，この中から特に見易い線を選んで分析線とし◎印を附した．即ち得られたスペクトル写真中で，この線の有無を調べる事によつて，その試料中の夫々の元素の有無が定性的に判別出来るものである．しかし旺々にして，この線のみに頼る事は間違いの起り得る事もあるので，これ等の線を認めた場合には更に第二表中の他の永存線についても，その存否を確めた後，元素の存在を確定する必要がある．

(2) 木材中の無機元素のスペクトル分析結果

本実験によつて得られたスペクトル中の各元素の永存線の乾板上の強度は附表に一括して表示したが，この中木材々料について，検出元素とその分析線を波長順に並べその強度を一括すると第三表の如きものである．この結果から樹種，心辺材，春秋材等の二三項目別に，上記の含有無機元素の状態を比較検討して見よう．

(a) 樹種と発光スペクトルとの関係

第二表　樹木並びに土壌中に見られる元素の永存線と分析代表線

元素	波			長 (Å)	
Al	3082.2	◎3092.7	3944.0	3961.5	
B	2496.8	◎2497.6			
C	2296.8	◎2478.6	2509.4	2512.0	2836.7
	2837.6	3883.4			
Ca	◎3158.9	3179.3	3706.0	3736.9	3933.7
	3968.5	4225.4	4226.7		
Cu	◎3247.2	3274.0			
Fe	2332.8	2343.5	2348.1	2382.0	◎2395.6
	2404.8	2406.7	2410.5	2483.3	2585.9
	2598.4	2599.4	2607.1	2611.9	2625.7
	2628.3	2631.0	2739.5	2743.2	2746.5
	2749.3	2755.7	3020.6		
K	◎3440.4	4044.2	4047.2		
Mg	2776.7	2778.3	2779.9	2781.4	2783.0
	2790.8	2795.5	2798.2	2802.7	2852.1
	2928.7	◎2936.5			
Mn	2576.2	2593.7	2605.7	2794.8	2798.3
	2801.1	2933.1	2939.1	◎2949.2	
Na	2852.8	◎3302.3			
P	2534.0	◎2535.6	2553.3	2554.9	
Si	2506.9	2514.3	◎2516.1	2519.2	2524.1
	2528.5	2881.6			
Ti	3234.5	3236.6	3239.0	◎3349.4	3361.2
Zn	2558.0	3282.3	3302.6	3345.0	3345.5
	4680.1	◎4722.2	4810.5		

備考：◎分析代表線

第三表に於いて，木材は生材を用いた結果では，灰分試料と比較すると，輝線の強度は非常に劣り，定性可能の元素も試料により数が少くなるものもある．即ち生材試料では，無機元素の絶対量が非常に少ない事と，2分間の露出では，その間に全部が燃え切れず，一部分が生材のまゝ残る結果，当然であろう．

しかしそれでも Fe, B, Si, P, Mg, Mn, Al, Ca, Cu, Na, Ti, K. の12元素は，定性出来る．これによると，定性的には種類は樹種間に大きな差異はない．唯茲に挙げた輝線強度の数字は大

第三表　木材の生材試料を用いた場合の

(数字は輝線強

元素	スペクトル番号	IV 2	IV 3	IV 9	IV 19	IV 20	IV 26	IV 5	IV 6	IV 7	IV 8
	種類	キリ	リグナムバイダー	ケヤキ	マカバ	チーク	アカガシ	スギ	スギ	アカマツ	アカマツ
	波長＼部分	材	材	材	材	材	材	春材	秋材	春材	秋材
Fe	2395.6	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.3	1.3	1.5	1.5	1.5
B	2497.7	0.3	0.3	Sp	0.1	0.1	0	Sp	0.2	0.2	0.1
Si	2516.1	0.3	0.3	0.1	Sp	0.2	0.1	0.4	0.5	0.1	0.1
P	2535.6	0.1	0.1	Sp	Sp	Sp	Sp	0.3	0.5	0.2	0.1
Mg	2936.5	0.5	0.5	Sp	0	0	0	0.5	0.5	Sp	Sp
Nn	2949.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al	3092.9	0	0	0	Sp	Sp	0	0.2	0	0	0
Ca	3158.9	1.5	1.5	2.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5
Cu	3247.5	Sp	Sp	Sp	0.2	0.3	0.1	0.1	Sp	Sp	Sp
Na	3302.3	Sp	0	Sp	Sp	Sp	0.1	0.3	Sp	Sp	Sp
Ti	3349.4	1.0	1.0	1.2	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
K	3440.4	0	0	0	0	0	0	0	Sp	0	0

体元素含有量の差を現すものではあるが，目測による値である上に厳密に見ると各スペクトルは夫々感光状態に差があり，且つ乾板の違いによつて，現像条件にも差がある爲に，この数字がそのまゝ試料中の濃度を表わすかは疑問である．従つて定量的には更に厳密な補正を要するものであるが，一応同時間内の露出であるのでこの数字が元素の含有量の多少を或程度表すものと仮定するとき，これ又各樹種間には，大きな差はないようである．

(b) 比重による差

第三表に於いて，日本で一番軽いキリと，世界で一番重いリグナムバイタとの発光スペクトルを比較するに，何等茲に本質的な差は認められなかつた．（写真８）その他前項の樹種間に於ける差も少ない事からも，木材の比重の大小には，無機元素は余り関係はないと思われる．

(c) 春材と秋材との差

この両者の間に於ける差は余り認められないようである．（写真９）

(d) 心材と辺材及びアテ材との差

これらの間にも前同様に大きな差は認められなかつた．（写真10）

以上木材の生材試料の発光スペクトルによる分光定性試験の結果では，無機元素の種類及び濃度は，樹種，比重，春秋材，心辺材，並びにアテ材等によつて，余り変化がないようである．

(3) 発光スペクトルによる樹木各部の定性分析結果の比較

二三の樹種について，材，皮，葉の生材の発光スペクトル線の比較を第四表に一括して示した．これによると元素の種類は部分によつて大きな変化はないが，含量は相当異る．しかし詳しい量的な考察は次報の定量分析結果の報告の際述べる予定であるが，目測による輝線強度の比較から一応推定出来る事は Fe, B, Al, Cu, Na, Ti, の６元素は部分的には余り差が無く，又多少変化が認められても，それが常に一定の傾向を示さないが，Si, P, Mg, Mn, Ca の５つは部分的に含有量の変化が認められ，その傾向は材に最も少く，皮，葉の順に増加する傾向がある．（写真11）

発光スペクトルによる定性分析結果

度の比較値 Sp：痕跡）

IV 10	VI 12	VI 13	IV 15	IV 16	IV 17	IV 18	IV 22	IV 23	IV 24	IV 25	III 3
ブナ	ブナ	イス	イス	ヒノキ	ヒノキ	ヒノキ	ネズコ	ネズコ	オオナラ	オオナラ	木灰
心材	辺材	心材	辺材	アテ材	辺材	心材	心材	辺材	心材	辺材	標準
1.5	0.8	0.8	1.0	1.5	1.5	1.0	0.2	0.3	0.5	0.5	1.0
Sp	0.1	Sp	0.1	0.1	0.1	0.1	Sp	0.1	0.1	0.2	0.1
0.1	0.1	0.1	0.1	Sp	Sp	Sp	0.2	0.2	0.3	0.3	0.8
Sp	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	0.5
Sp	Sp	Sp	Sp	0	0	0	0	0	0	0	0.8
0	Sp	Sp	Sp	0	0	0	0	0	0	0	0.2
0	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	0	0	0	0	0.2
1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	5.0
0.2	Sp	0.2	0.2	Sp	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Sp	0.2	0.3	0.3	Sp	Sp	Sp	0.1	0.1	0.1	0.1	Sp
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.2	0.2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sp

第四表　発光スペクトルによる樹木各部の定性分析結果

元素	スペクトル番号	VI 20	III 21	III 22	VI 4	VI 3	VI 2	VI 17	VI 15	VI 13	VI 18	VI 16	VI 14	V 15	V 16	V 19	V 10	V 11
	種類	スギ			ヒメヤシヤブシ			ヒノキ			スギ			ヒノキ			アカマツ	
	部分 / 波長	材	皮	葉	材	皮	葉	材	皮	葉	材	皮	葉	根材	形成層	葉	葉	生長点
Fe	2395.6	1.5	1.5	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	0.5	0.1	0.1	0.5
B	2497.7	0.5	0.5	1.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	Sp	Sp	Sp	Sp
Si	2519.1	0.2	0.2	0.5	0.3	0.2	0.5	0.4	0.8	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.2	Sp	Sp	0.5
P	2535.6	Sp	0.2	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.1	Sp	0	Sp
Mg	2936.5	Sp	1.5	0.2	0.2	0.5	2.5	Sp	0.3	2.5	Sp	Sp	2.5	1.5	1.5	1.5	Sp	1.0
Mn	2949.2	Sp	0	0.5	Sp	Sp	1.0	0	0	1.0	0	0	Sp	0.2	0.5	0.5	0.2	1.0
Al	3092.9	0.3	Sp	Sp	0	0	0.3	0.1	0.2	0.2	Sp	0.2	0.3	1.0	0.2	0	0	0.5
Ca	3158.9	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.5	1.5	2.0	2.5	2.0	1.8	2.5	2.5	2.5	1.5	0.2	2.0
Cu	3247.5	0.1	0.2	0.2	Sp	0.2	0.3	0.2	Sp	0.2	2.1	2.2	0.1	0.5	0.3	0.1	0	Sp
Na	3302.3	0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.4	0.2	0.2	Sp	Sp	Sp	0	0
Ti	3349.4	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.5	0.1	0.5	1.0
K	3440.4	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0.5	0	0	0	0.1	0.1	0.2	Sp	1.0

Kは生材試料では不明瞭であつた．又根，形成層，生長点等の部分も一二表に示したが，例が少ない為今回の実験のみでは，はつきり言えないが，何れも材よりは無機元素の含有量は多い様である．

(4) 樹葉中の無機元素と生育地土壌との関係

先づ立地条件を異にする土壌のスペクトルの比較であるが，その二三の例を第五表に掲げる．

これによると，P, K, の二元素を除いて他の元素は，立地並びに場所の異るに従つてかなりの相違が見られる．第六表はこれ等の土地に生育する樹木の葉の生試料のスペクトル分析結果であるが，定性的には葉の中の化学元素は，その生育地土壌と密接な関係にある事がわかるが，その詳細は定量分析の結果の上で論ぜられるべきで，次報に於いてこの問題を考察する予定である．

又樹葉中の化学成分は，樹種の異るに従つて相当差が認められ，この点村の場合とは違う様であるが，これも定量分析の結果を見なくては何とも言えない．

第五表 発光スペトルによる土壌の定性分析結果

元素	スペクトル番号	III 13	V 4	V 14	VI 8	VI 9	VI 12	VI 10	V 11
	種類	圃場	禿赭地	ヒノキ造林地	禿赭地	四十生ヒノキ造林地	十年生スギ，ヒノキ造林地	焼山	焼カヌ山
	波長＼場所	岡大農学部	半田山国有林	半田山国有林	玉野砂防地	富村	富村	富村	富村
Fe	2395.6	2.0	0.2	Sp	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0
B	2497.6	0.2	Sp	0	0.2	Sp	0.1	0.2	0.1
Si	2516.1	2.0	1.0	0.1	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
P	2535.6	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn	2605.7	0	0.1	0.1	0	0	Sp	0.5	Sp
Mg	2936.5	0.2	0	Sp	0	Sp	0	Sp	0
Al	3092.7	1.0	0.5	0.1	1.0	0.5	0.3	0.5	0.3
Ca	3158.9	1.0	0.3	1.5	0.8	0.5	0.3	0.8	0.3
Cu	3247.5	0.1	0.2	Sp	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2
Na	3302.3	Sp	0	0	0.5	0.1	Sp	0.1	Sp
Ti	3349.4	2.0	1.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
K	3440.4	0	0	0	0	0	0	0	0

第六表 生育地を異にせる二三の樹葉のスペクトル分析結果

元素	スペクトル番号	III 16	III 22	III 24	III 25	V 10	V 19	VI 7	VI 2	VI 5	VI 13	VI 14	VI 19	VI 20
	樹種	アラカシ	スギ	クス	クリ	アカマツ	ヒノキ	アカマツ	ヒメヤシャブシ	オオバヤシャブシ	ヒノキ	スギ	スギ	スギ
	波長＼場所	岡大農学部	農学部内	農学部内	農学部内	半田山国有林	半田山国有林	玉野砂防地	玉野砂防地	玉野砂防地	富村	富村	富村焼山	富村焼カマ山
Fe	2395.6	2.5	2.0	1.0	1.0	0.1	0.1	0.3	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.4
B	2497.6	1.0	1.0	0.5	0.5	Sp	Sp	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	Sp
Si	2516.1	2.0	0.5	0.5	0.5	Sp	Sp	0.2	0.5	0.2	0.5	0.8	0.8	0.3
P	2535.6	1.0	0.5	0	0	0	Sp	0.1	0.3	0.2	0.3	0.5	0.3	Sp
Mn	2605.7	2.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0	1.0	0.5	2.0	1.0	0.5	Sp
Mg	2936.5	2.0	0.2	1.0	1.0	Sp	1.5	0.1	2.5	1.5	2.5	2.5	1.5	1.0
Al	3092.7	1.0	1.0	1.0	1.0	0	0	Sp	0.5	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1
Ca	3158.9	2.5	2.0	2.0	2.0	0.2	1.5	1.0	2.5	1.5	2.5	2.5	3.0	2.0
Cu	3247.5	0	0.2	0.2	Sp	0	0.1	0.2	0.3	Sp	0.2	0.1	0.1	Sp
Na	3302.3	0	0.1	Sp	Sp	0	Sp	0.3	0.2	0	0.1	0.2	0.2	Sp
Ti	3349.4	2.0	2.0	2.0	2.0	0.5	0.1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3
K	3440.4	0.5	0	0	0	Sp	0.2	0	0.1	0	0.5	0	0	0

又以上の実験結果の詳細は附表に一括して表示した.

5. 發光スペクトルによる，生材試料の定性分析法の長所，短所

本実験を通じて，この方法の長所と思はれる諸点は

(a) 試料が少くて良い事：枝，皮，葉等は細分して，炭素電極の一端に開けた容積1ccの凹孔につめるだけの分量で充分である.

(b) 多くの試料が迅速に定性出来る事：1/2 乾板で20～35個の試料のスペクトルを撮影したが，現像を終り，定性出来るまでに半日も要さなかつた程である.

(c) 同時に多くの元素が，定性出来る事：これは今迄の化学薬品による分析に比較して，非常に勝れた点で，元素を前もつて推定して置く必要もなく，又従来不純物として捨て去られたもの迄，一目にして判明出来る.

(d) 分析感度が非常によい事，従つて，微量元素の分析に適する.

(e) 結果は乾板として永久に保存出来るので何時でも再調査出来る事.

一方に於いて，この方法の短所と思われる点は

(a) 装置が高価であるので一般的ではない事

(b) 元素によつて分析出来ないものがある事：即ち C, O, H, N の有機物の合成に必須な元素は，これを空気中にて灼熱するが為に分析の対象とする事は出来ない. 又写真撮影を要する為，波長範囲に制限があつて元素によつて，その範囲内に良い輝線が現われないものがある.

(c) 生材試料中の無機元素の量が微量のため分析感度以下の事が起り得る事：結果としては，微量元素を研究対象とする場合は，やはり灼熱灰化した試料を用いる事が望ましい.

(d) 元素により輝線の数が多い為に，目的元素の波長を確認するのに相当熟練を要する事.

等の短所が挙げられるが，前に述べた長所は良くその短所を補つて余りあるもので，将来，農学林学部門の研究分野に於いて非常に有益な方法となるであろう.

6. 総　　括

本報は，交流火花発生装置を用い木材並びに樹木の生材試料及びその生育地土壌中の微量元素の定性分光分析について述べたものである.

(1) 木材並びに樹木各部の生材のままのスペクトルは，灰分の場合より淡かつた. 然し乍ら，Fe, B, Si, P, Mg, Mn, Al, Ca, Cu, Na, Ti, K, の12元素は定性的に判別出来た.

(2) 木材の生材試料に於ける定性分光分析の結果によると，木材中の無機化学元素の種類及び含有量は，樹種，比重，春秋材，心辺材及びアテ材等の因子による差は余り無かつた.

(3) 樹木の生材試料による結果でも，同様に定性的には樹木各部に於ける差は余り無かつた. しかし量的には，Si, Mn, Mg, Ca, P, の五元素に部分的差は認められ，葉と樹皮は他の部分より，これ等の元素に富む.

(4) 森林土壌の無機元素含有量は，試料の採集場所の状態によつて差があり，樹木の葉の中の無機元素の含量は森林土壌中のそれと，密接な関係があると考えられる.

文　　献

(1) 畔柳鎭 (1952)：(第一報) 発光スペクトルに依る樹木の生育に及ぼす微量元素の影響に関する研究．分光研究．第四号．印刷中．(昭和27年10月分光分析学会生物部会．横浜医大にて講演)

(2) 畔柳鎭 (1952)：(第二報) 木材並びに樹木の発光分光分析の感度について．第二回日本林学会関西支部大会講演集．印刷中 (昭和27年11月，松山農科大学にて講演)

(3) W. R. Brode (1943)："Chemical Spectroscopy"

(4) 柴田雄次，(1935)：分光化学前編

(5) 太秦康光 (1939)：発光吸收分光化学分析法

(6) 植村琢 (1950)：分光化学実験法

(7) 岩村新 (1931)：定性定量分光化学分析

(8) 小田仲彬 (1951)：分光分析の金属部門に於ける應用．分光研究 I. (2) P. 3.

(9) 島津製作所 (1952)：元素永存線波長表 (別刷)

(10) 橘芳実 (1952)：分光分析実驗法．第四回分光分析講習会テキスト．P. 139.

(11) 丹野栖彦 (1951)：分光分析の生物学への應用．第四回分光分析講習会テキスト．P. 113.

(11) Harrison, G. R. (1939)：M. I. T. Wavelength Table of 100.000 Spectrum Lines.

Résumé

In the present paper the results of the qualitative spectroscopic studies on the microchemical elements in raw woods, green trees and the forest soils using alternating current spark are reported.

1.) Spectrums of raw wood samples and various parts of a green tree were lighter than those of their ash.

But the qualitative determination of 12 elements (Fe, B, Si, P, Mg, Mn, Al, Ca, Cu, Na, Ti, and K,) was possible.

2.) According to the results of the qualitative spectroscopic analysis of raw woods, there were rather little difference in the kinds and contents of inorganic chemical elements, which is due to the folllowing factors:

a.) species.

b.) specific gravity.

c.) spring and summer woods.

d.) heart and sap woods.

e.) normal and compression woods.

3.) In the samples of green trees, the results of the qualitative spectroscopic analysis showed little differerence among the several parts of a tree. But the quantitive difference of following five elemnts was found, Si, Mn, Mg, Ca, and P: the leaf and bark were richer in these elements than in the other parts of a tree.

4.) The contents of inorganic elements of forest soils were found different according to the conditions of the collecting spots.

It seems that the contents of inorganic elements in leaves of trees are intimately connected with those of the forest soils.

スペクトル写真の説明

写眞（6）（Plate VI）樹木部分並びに生育地土壤に關するスペクトル写眞の一例（原寸）

① クレオソート注入アカマツ辺材
② ヒメヤシヤブシ葉（玉野）
③ 〃　皮（〃）
④ 〃　木部（〃）
⑤ オオバヤシヤブシ葉（〃）
⑥ 〃　皮（〃）
⑦ アカマツ葉（〃）
⑧ 砂防地土壤（〃）
⑨ ヒノキ（40年）造林地土壤（宮村）
⑩ 燒山土壤（〃）
⑪ 燒かぬ山〃　（〃）
⑫ スギ．ヒノキ造林地（10年生）〃（〃）
⑬ 同上　ヒノキ葉（〃）（〃）
⑭ 10年生スギ葉（宮村）
⑮ 〃　ヒノキ皮（〃）
⑯ 〃　スギ〃（〃）
⑰ 〃　ヒノキ木部（〃）
⑱ 〃　スギ〃（〃）
⑲ 燒　山スギ葉（3年）（〃）
⑳ 燒かぬ山　〃　（〃）（〃）
㉑ 燒　山スギ木部（〃）（〃）
㉒ 燒かぬ山〃　〃（〃）（〃）
㉓ アベマキコルク（〃）
㉔ 椎　茸
㉕ 人　参

写眞（7）（Plate III 1，2，3）純鉄．純炭素棒並びに木灰標準試料のスペクトル写眞とその波長との関係（2倍拡大，部分）

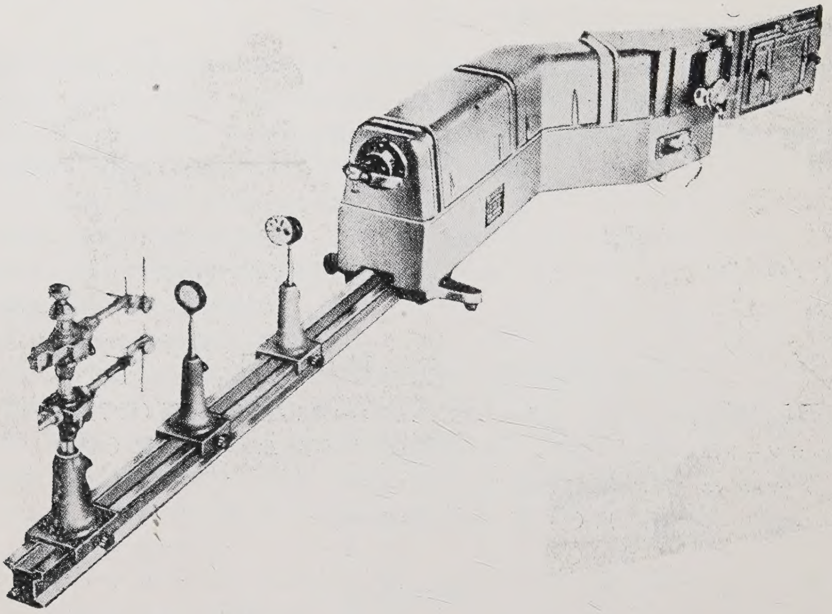
写眞（8）（Plate IV 2，3）キリ材とリグナムバイタ材（〃）

写眞（9）（Plate IV 5，6，7，8）スギ並びにアカマツ材の春材と秋材（〃）

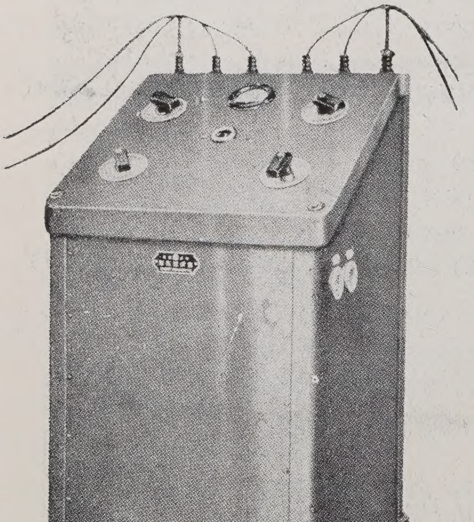
写眞（10）（Plate IV 16，17，18）ヒノキのアテ材と心材，辺材（〃）

写眞（11）（Plate VI 12—18）スギ，ヒノキ造林地（10年生）土壤と葉，皮，木部のスペクトル写眞（〃）

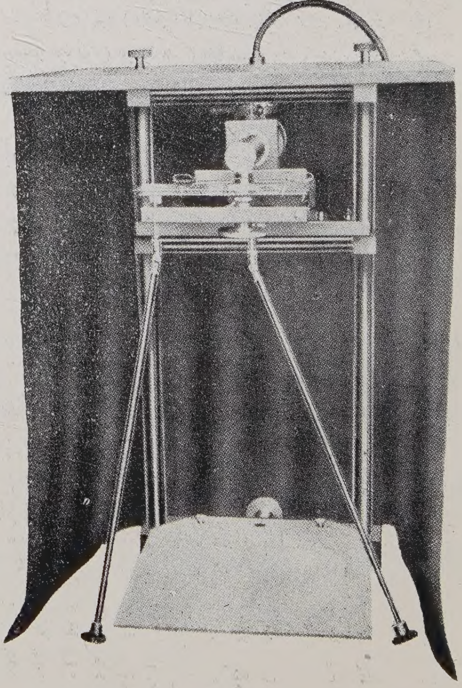
写真（1） QF—60型水晶分光写真器



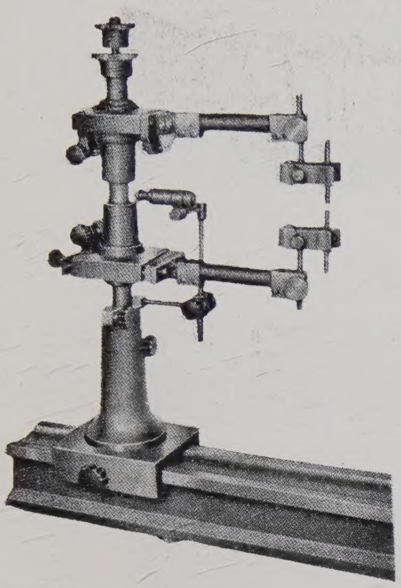
写真（2） 大型火花発生装置



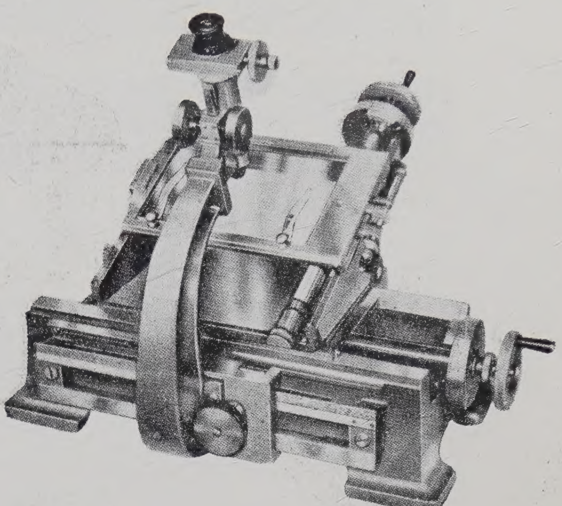
写真（3） 分光写真投影器



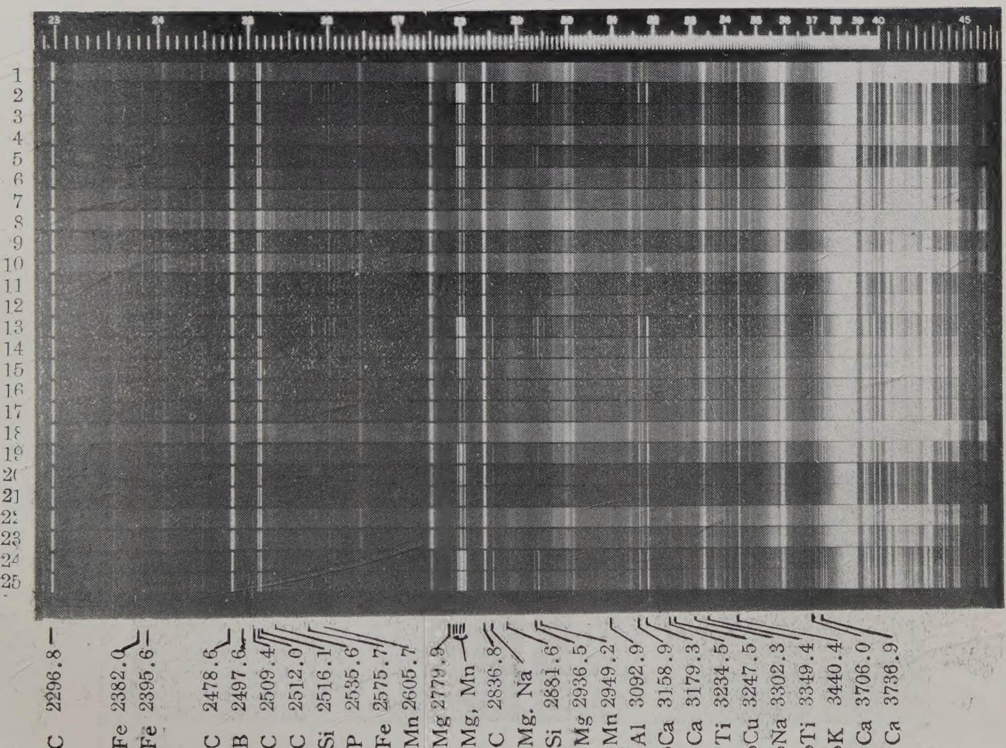
写真（4） 電極支持台



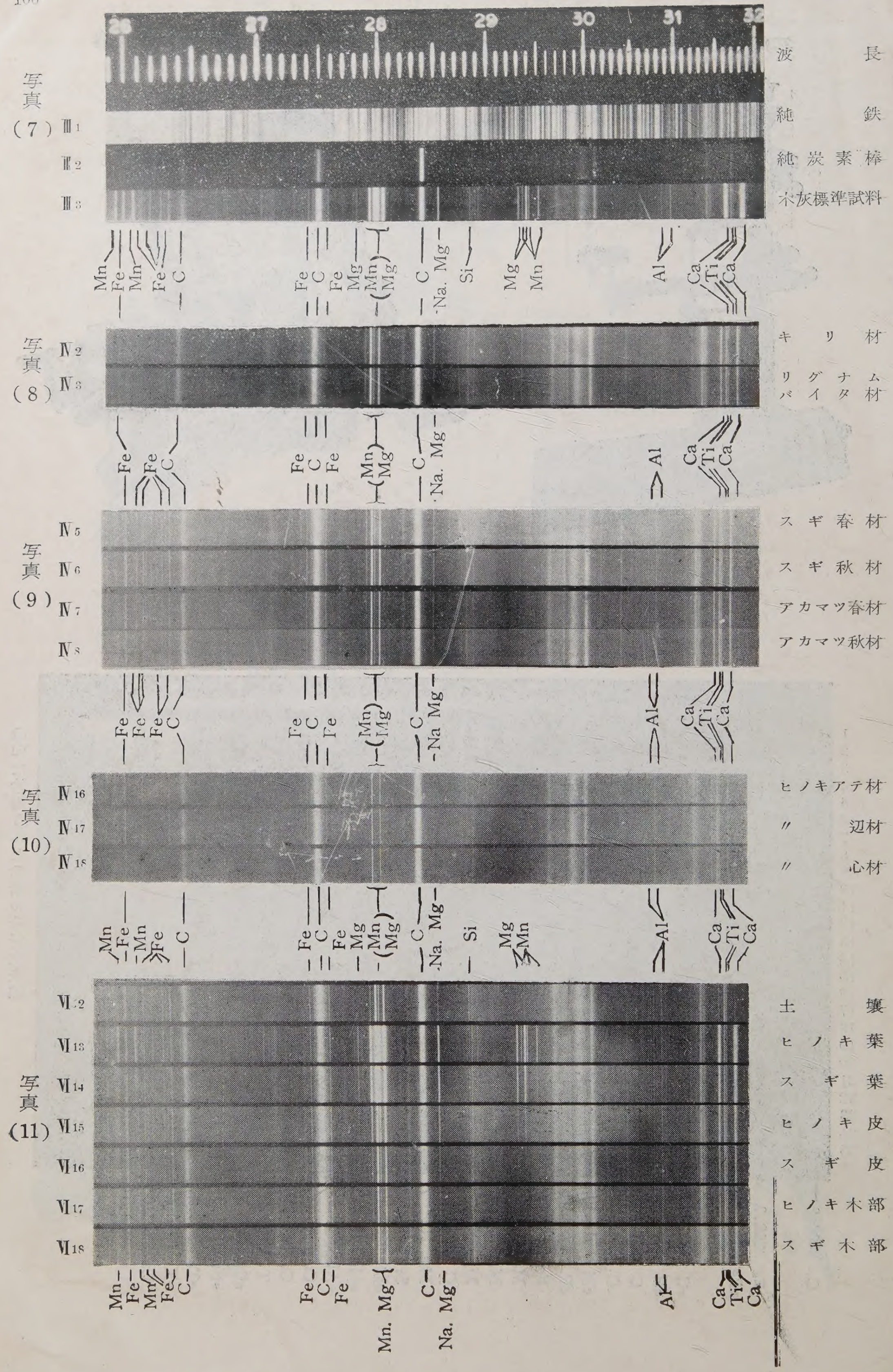
写真（5） SR—2型座標測定器



写真（6） スペクトル写真の一例（原寸）



◎印は検出された元素の分析代表線


26
27
28
29
30
31
32
写真（7）
Ⅲ1 純鉄
Ⅲ2 純炭素棒
Ⅲ3 木灰標準試料
波長
Mn Fe Mn Fe C Fe C Fe Mg (Mn) (Mg) C Na. Mg Si Mg Mn Al Ca Ti Ca
写真（8）
Ⅳ2 キリ材
Ⅳ3 リグナムバイタ材
Fe Fe C Fe C Fe (Mn) (Mg) C Na. Mg Al Ca Ti Ca
写真（9）
Ⅳ5 スギ春材
Ⅳ6 スギ秋材
Ⅳ7 アカマツ春材
Ⅳ8 アカマツ秋材
Fe Fe Fe C Fe C Fe (Mn) (Mg) C Na Mg Al Ca Ti Ca
写真（10）
Ⅳ16 ヒノキアテ材
Ⅳ17 〃 辺材
Ⅳ18 〃 心材
Mn Fe Mn Fe C Fe C Fe Mg (Mn) (Mg) C Na. Mg Si Mg Mn Al Ca Ti Ca
写真（11）
Ⅵ12 土壌
Ⅵ13 ヒノキ葉
Ⅵ14 スギ葉
Ⅵ15 ヒノキ皮
Ⅵ16 スギ皮
Ⅵ17 ヒノキ木部
Ⅵ18 スギ木部
Mn Fe Mn Fe C Fe C Fe Mn. Mg C Na. Mg Al Ca Ti Ca